孢子植物形态学

严楚江 著



高等教育出版社

注　　意

1 借书到期请即送还。
2 请勿在书上批改圈点，折角。
3 借去图书如有污损遗失等情形须照章赔偿。

孢子植物形态学

严楚江 著

庆祝中华人民共和国成立十周年

高等教育出版社

本书系廈門大学严楚江先生編写的，內分藻类、菌类、苔藓、蕨类四編，合称为孢子植物形态学，即孢子植物系統学。

內容講述各类植物的形态、构造和生活史，从原始的下等种类逐漸到进化的高等植物，从而探求植物界的导源、演化。至于取材方面，則尽量采用本国植物，其中多数标本是作者亲自采集和切制的，并詳細地介紹了它們的生态分布。其它方面，如植物与經济的关系、病菌与寄主的关系，以及病症状态等也都涉及。此外，凡我国古今著作中与本书所举种类有关而为作者所知道的，也都选录进来。

本书可供綜合大学、师范学院、农学院、林学院以及植物科学工作者的参考。

孢子植物形态学

严 楚 江 著

高等教育出版社出版北京宣武門內承恩寺7号
（北京市书刊出版业营业許可証出字第054号）
京华印书局印装　新华书店发行

統一书号 13010・614　开本 787×1092 1/16　印張 19 2/8
字数 398,000　印数 0001—2,600　定价（6）￥1.60
1959年9月第1版　1959年9月北京第1次印刷

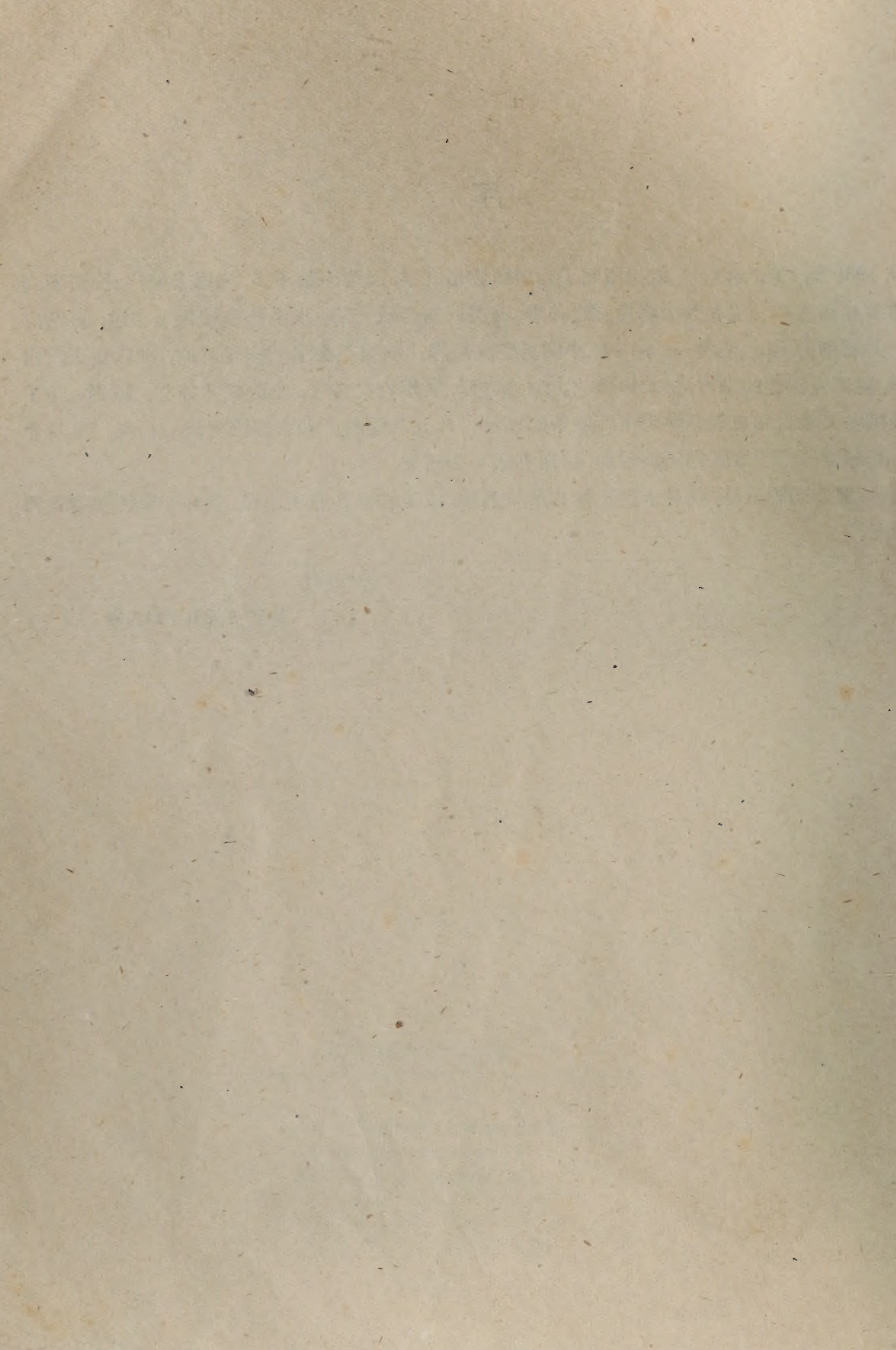
序

从1949到1953这几年，我連續写了几編植物形态学，因为印数不多，流傳未能广泛，买不到的人常常建議再版。現在勉力将藻、菌、苔蘚、蕨类四編合成一册，取名孢子植物形态学，以适应需要。并将所有名詞、名称，一律按照中国科学院編譯出版委員会名詞室編訂的，加以更正。內容方面，陈旧及錯誤的地方，都加以修改。叙述方面，原用的文言文，也改成語体文。同时，为了加强爱国主义教育和貫徹科学为生产服务的精神，凡属我国特产和有經济价值的种类，尽量介紹。生长环境与出产地区則仍然附加，以便利采集和研究。

最后，要声明的就是，我对于孢子植物所知有限，遺漏和錯誤在所不免，欢迎专家們和讀者們批評指正。

严楚江

1959年元旦于鼓浪屿



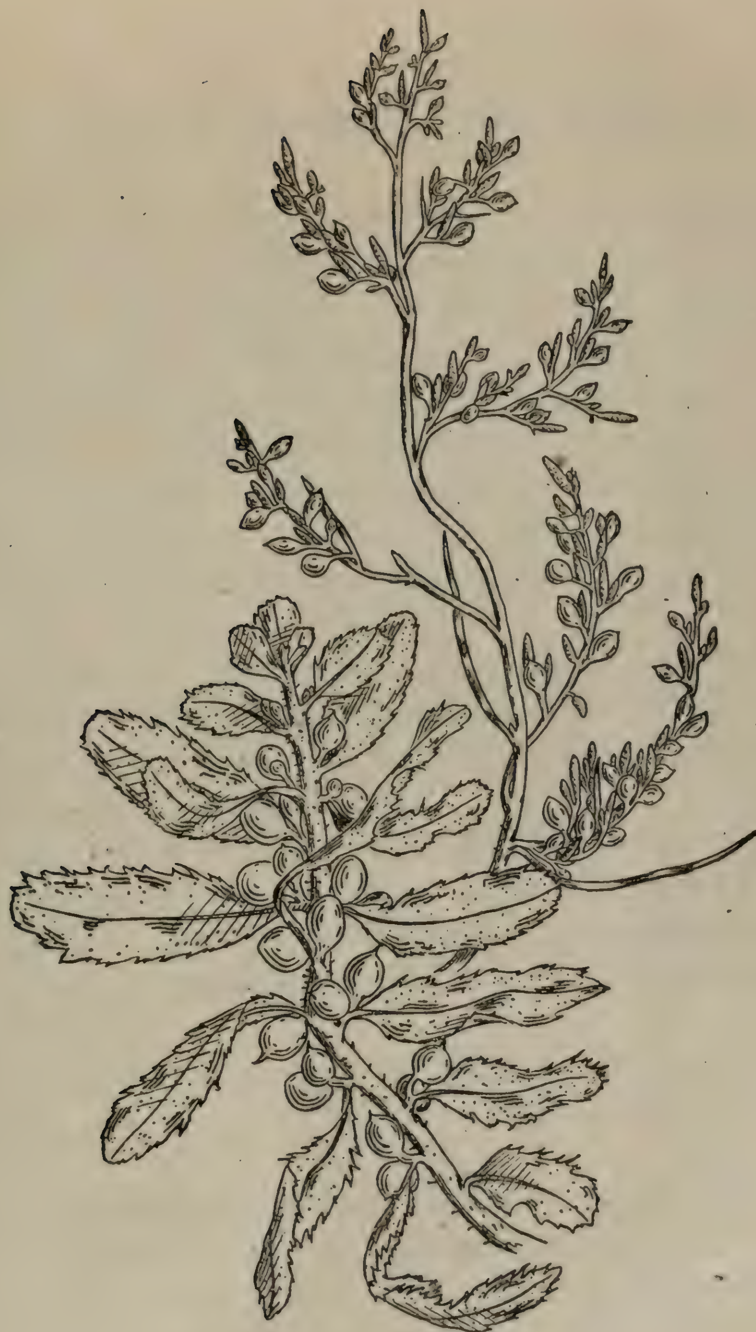
目　次

第二編 菌类植物

第三編 苔蘚植物

第四編　蕨类植物

第一編　藻类植物



第一編　卷首图

馬尾藻的一种——海蒿子(*Sargassum pallidum*)，1950年8月采自山东烟台。

图中表示有“叶”的营养枝、有托的繁殖枝和浆果状的气囊。約有实物的$\frac{1}{2}$大。(实物写生)



第一章 植物的演化和分类系統

植物的演化是学者所探求和研究的，自科学萌芽以来，无日不在研求之中。分类系統是植物学者对于植物演化意見的表示，自其开始，迄于今日，虽学者輩出，系統迭更，但对于植物的源流与其亲疏的关系，恐怕很难認为已經解决了。不过，意見日趋一致，而系統漸臻完善而已。我国文化发源最早，葯用和农用植物相傳創始于神农，不过几千年来研究植物学的人不多。清代吳其濬写著了"植物名实图考"这部巨著。吳其濬是我国近代杰出的植物学家之一。他的这部著作初步俱备分类学的形态。在当时就有这样的科学著作是难能可貴的。可惜継承无人，否則今天我們的分类科学不至于完全取法外国。欧洲植物科学創始于阿里斯多德（Aristotle 384—322 B.C.），他的弟子西阿佛雷士特士（Theophrastus 380—287 B. C.）将植物分为乔木、灌木、草本 3 大类。这是植物分类系統的开端，以后人才輩出，学說紛紜，分类系統常有新制，現在将一些貢献重大的分述于后：

（一）法人德裕苏叔侄 2 人（侄名 Antonie Laurent De Jussieu 1748—1836，叔名 Bernard de Jussieu 1699—1777）創立自然系統而有植物志属的发表。按子叶的有无和单双，而将植物界分成无子叶（Acotyledones）、单子叶（Monocotyledones）及双子叶（Dicotyledones）3 大門，又以花瓣、花冠的有无、多少和生长的位置而分成綱、目。

（二）英人布朗（Robert Brown 1773—1850）除发現細胞核这一重大貢献之外，还发現种子有裸露和包裹的分别。裸子（Gymnosperms）和被子（Angiosperms）两大植物群，因之而建立。

（三）德人艾希勒（A. W. Eichler）在 1883 年将植物界分为：(1)藻菌植物（Thallophyta），(2)苔蘚植物（Bryophyta），(3)蕨类植物（Pteridophyta），(4)种子植物（Spermatophyta）4 大門、直到今天还有沿用这种系統的。

（四）德人恩格勒与柏兰图（Engler, Prantl）自 1887 到 1909，經过 22 年完成分类巨著，名为"植物自然志科"（Die Natürlichen Pflanzenfamilien），将植物界分为 13 部，对植物分类学有重大的貢献。

（五）和恩格勒前后齐名的，在法国有德堪多（Augustin Pyrame de Candole 1778—1841），著有"植物自然系統"（Prodromus systematics naturalis regni vegetabilis）。

（六）英人边沁与虎克（George Bentham, Joseph Hooker）取材于德堪多系統而加以修正。从 1862 到 1883 年間，著有"植物志属"（Genera Plantarum）。与恩格勒、柏兰图及德堪多可謂鼎足而三，为全世界学者所遵循。

（七）除上述的 3 大系統而外，各国分类学者不时拟制系統問世，到了 1935 年，魏特斯丹英（R. V. Wettstein）又有 1 个新系統出現，他将植物界分成 9 門、8 部、4 亚部和 16 綱。

（八）此外，还有巴些（A. Pascher）在 1931 年以植物色体的有、无为标准，也制定 1 种系統。

（九）近若干年来，自蕨类而上，关于苔蘚及維管束植物的分类和系統有所貢献的，例如，秦仁

昌[1940]、康普兰[E. B. Copeland 1947]、克利司吞生[C. Christensen 1947]、柏施[Ch. E. Bessey 1905]、哈利叶[E. Hallier 1903]、赫經生[J. Hutchinson 1926, 1932]、克萊門資[F. E. Clements 1928]等等都有新分类系統发表。維兰德[G. R. Wieland 1929]創被子植物多元說[胡先驌1950], 而伊母斯[A. Eames 1936]也說維管束植物的来源是多元的。最近, 胡先驌[1950]还发表了"被子植物的一个多元的新分类系統"。

(十)自維管束植物而下, 关于藻菌植物的演化与分类系統有所发表的, 則首推巴些的系統。其余象罗岁[J. P. Lotsy 1907]、史密斯[G. M. Smith a 1933, b 1938, c 1938, d 1943]、费理盧[F. E. Fritsch 1945]等人也各有著述。

(十一)除上述外, 关于生物和非生物、动物和植物的演化有发表的, 則有罗斯麦勒[W. Rothmaler 1948, 1949]、康普兰[H. F. Copeland 1938, 1917]、黑克尔[E. Haeckel 1866]等人。且有"生物界系統"(System der Organismenwelt)的发表。主要的是将生物分为: (1)半生物(Aphanobionta); (2)无核生物(Anucliobionta); (3)原始生物(Protobionta); (4)植物(Cormobionta—Cormophyta—Pflanzen); (5)动物(Gastrobionta—Metazoa—Tier), 共5大群。

笔者綜合"諸子百家"的学說和分类系統, 認为植物界全体的演化有下列各主要步驟:

(1)从无生物演化为过濾物和噬菌体。(2)从上述的这些演化为无核生物如細菌、[藍藻]粘藻(Myxophyceae)等。(3)藻类和一部分菌类从鞭毛类(Flagellates)演化而来(藍藻除外, 紅藻[Rhodophyceae]可能除外)。(4)从藻类演化为苔蘚和蕨类; 或藻类演化为蕨类, 再从蕨类演化为苔蘚。(5)由蕨类发生裸子植物和被子植物。現采取各派植物分类学說系統的意見, 拟定植物界的演化是有"多元、分歧、汇合、并进"这4条不同的路綫[①]。

笔者对于植物演化的意見

笔者以为植物的演化, 可以拿現代各家制作的系統为代表, 但究竟如何, 殊难推測。兹将困难之点, 略述如下:

(一)化石的保存不全, 不够供給探寻植物的渊源。(二)植物的个体及其器官或組織的演化是曲綫式的, 而不是直綫式的。現在用形成层作为例子, 形成层在裸子植物最为发达, 而在蕨类和单子叶植物都不发达。如果不知蕨类和单子叶植物在演化上的地位, 而专拿形成层一点来論进化, 那么, 二者的高下, 很难分辨。又例如頸卵器在蕨类最为发达, 而藻类和被子植物却无此种构造。类似这些的証据很多, 都足以証实植物的演化是曲綫式的。(三)植物受外界环境的影响, 常有形态上的特化, 以致失其本来面目。象沙漠中生长的大戟科植物, 除花而外, 莖的外部形态和仙人掌科植物完全沒有分别。(四)植物来源是多元的, 而演化又不限于一直綫而是分向多方面的, 且有彼此并行或汇合的演化。象綠藻綱和黄藻綱(Xanthophyceae)在演化方面为平行并进

① 严楚江: 形态学中的植物演化問題, 厦門大学学报自然科学版, 1955年, 第三期。

的藻类。如果以它們的单細胞的种类作为原始的，則其演化都可分向球状群体、不定群体或树状群体等多方面发展，而不限定于某一方面。所以它們的演化途徑多而分歧，易于使人眩惑。就用上述的4点来說，要确知植物演化的过程很不容易，柏施(Ch. E. Bessey)說过："演化不仅限于一器官或其一部分，同一植物的各器官演化的高下，很有不同"，又說："演化幷非一条直綫向上的，其方向可能平行、紆迴、甚或后退"[刘穀然 1935]，張景鉞[1957]取灌木的形状来比喻植物界的演化，而不取乔木。笔者以为，仅取灌木还未足比喻它們来源的繁复，必須取丛生灌木，才能比喻植物是来自多元，而它們的发生則是多枝幷出的。

第二章　藻类植物概論

藻菌植物(Thallophyta)是植物界中最下等的,其构造簡单，无根、莖、叶、花、果实等的区别。最簡单的,全体是1枚細胞,且有的仅仅是1团原生質,較普通細胞更为簡单。其較为高等的,虽是多細胞，或偶有具根莖叶的形状，但也属于配子体所分化而成,其构造远不及种子植物那样由孢子体分化而成的复杂。藻菌植物的形体，小的极其微小，象細菌(Bacteria)之类，最小的不过0.0005毫米而已。巨大的如褐藻（Phaeophyceae）之类，有长到百米的。藻菌植物水生的居多,生于陆地的也多在潮湿的地区。藻菌植物的分类虽常有改进，然而仍不免武斷，很不自然。尽善尽美的分类，还有待于我們今后的努力。这类植物依其生理的关系，可分为藻和菌2大門。

藻类植物(Algae)是藻菌植物中的1大門，它們和菌类（Fungi）的区别是具有叶綠素,能行光合作用，独立生活。这类植物占藻菌植物的半数以上。形态方面由簡单而逐漸达到有分化。高等植物的构造,能够有今日这样的复杂，因其进化过程或与藻类相似，甚至有人認为高等植物导源于藻类。藻类的种类繁多，形态各异，而目前学者将从前認为动物的鞭毛类(Flagellates)和原虫(Protozoa）的一部分都划归成藻类。因此，分类方面更感繁碎。且今日的藻类学者認为色素和形态仍属重要之外,而細胞壁及光合作用产物的化学性質也均应顧及。换言之,形态、生理、化学成为研究藻类的三要素,并非象以前那样，只拿色素或形态一种要素卽可定其属于何科、何种了。

我們研究植物,每由下等植物入手，因其形态簡单，接近原始种类。且学者有承認今日的高等植物导源于下等的,而形态和构造方面，也由簡单进到繁复。所以研究植物界，可以从藻菌植物开始,經苔蘚(Bryophytes)、蕨类(Pteridophytes),而达到种子植物。虽其进化或非确有直接关系,然而形态器官的演进,由簡而繁的程序,得以窺探了。

藻类植物分类系統

藻类从前分为4綱,最近改作7門〔張景鉞 1957〕,也有不分門而分为10綱[Dangeard 1933]或11綱[Fritsch a 1935, b 1945]的,現在摘要分列如下:

I.

1. 藍藻綱(CYANOPHYCEAE)
2. 綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)
3. 褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)
4. 紅藻綱(RHODOPHYCEAE)

Ⅱ.

1. 藍藻門(CYANOPHYTA)
2. 綠藻門(CHLOROPHYTA)
3. 裸藻門(EUGLENOPHYTA)
4. 金藻門(CHRYSOPHYTA)
5. 甲藻門(PYRROPHYTA)
6. 褐藻門(PHAEOPHYTA)
7. 紅藻門(RHODOPHYTA)

Ⅲ.

1. 金藻綱(CHRYSOPHYC'EES)
2. 鞭毛藻綱(FLAGLLOPHYC'EES)
3. 虫藻綱(DINOPHYC'EES)
4. 硅藻綱(BACILLARIOPHYC'EES)
5. 黃藻綱(XANTHOPHYC'EES)
6. 綠藻綱(CHLOROPHYC'EES)
7. 輪藻綱(CHAROPHYC'EES)
8. 褐藻綱(PHAEOPHYC'EES)
9. 紅藻綱(RHODOPHYC'EES)
10. 藍藻綱(MYXOPHYC'EES)

Ⅳ.

1. 綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)
2. 黃藻綱(XANTHOPHYCEAE)
3. 金藻綱(CHRYSOPHYCEAE)
4. 硅藻綱(BACILLARIOPHYCEAE)
5. 隐藻綱(CRYPTOPHYCEAE)
6. 横裂甲藻綱(DINOPHYCEAE)
7. 眼虫藻綱(EUGLENINEAE)
8. 綠单胞藻綱(CHLOROMONADINEAE)
9. 褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)
10. 紅藻綱(RHODOPHYCEAE)
11. 藍藻綱(MYXOPHYCEAE)

笔者以为最后的分类系統最为精細，本书卽采用这个分类系統。

第三章　綠藻綱(CHLOROPHYCEAE)

本綱特征　凡属綠藻，都有下列各种特征：(a)色素，都具有叶綠素a、叶綠素b、胡羅卜素及叶黃素4种。其成分及比例的多少，与高等植物完全相同。(b)常产生淀粉核。(c)光合作用的最后产物是淀粉。(d)細胞壁的构成物質是纖維素。(e)游动份子有纖毛2或4根，長短相等，通常生于体的前端。当游动时，纖毛向前方指动。綠藻科属很多，現在分成9目，分別討論如下：

团藻目(VOLVOCALES)

本目特征　这目植物为单細胞，或成群体。群体有盘状、球状、不定群体状、树状或不具定形等种。始終活动，或有时不活动成为不定群体状，如环境适合則又可継續恢复活动。也有营养体幷不活动，只有細胞在分裂之时，及其繁殖細胞能动的。此目植物多半生長在淡水中，也有生于海水中的。

細胞构造　細胞有卵形、心形、梨形、紡錘形、圓形等。通常具有：(1)杯状叶綠体1枚，淀粉核附生体上。(2)收縮泡。(3)全部或一部分生活史中有眼点。(4)細胞核1枚，通常在細胞中部，生于淀粉核之前。(5)細胞壁有分泌膠質的。(6)纖毛2，4，8根，或細胞質的假纖毛2根。

繁殖方法　繁殖方法有性、无性都有。无性繁殖时，发生游动孢子或新群体。有性时，产生同形配子或异形配子。交配时，为同宗交配或异宗交配。

衣藻属(*Chlamydomonas*)

构造　衣藻全体是1枚单細胞。有圓形、長圓形、梨形、短筒形、卵形等种。纖毛2根，生于体的前端，彼此密接(图1.)。　細胞壁　細胞壁很薄，但分为內、外2层。外层坚固，內层膠質状。其化学性質是半纖維素組成，而非眞正的纖維素。細胞壁之外，也有厚到0.05毫米的膠質层包圍和保护着。　叶綠体　衣藻的叶綠体一般是杯状的，偶有成星状、带形或H形的。具有薄膜，体积很大，占据全細胞的大半部。　淀粉核　通常1枚，也有2枚或沒有的，看种的不同而定。淀粉核往往附生叶綠体上，核的周圍有淀粉粒圍繞着。　收縮泡　收縮泡2个，生長在纖毛基部附近。　眼点　衣藻都具有眼点，其数通常1枚，生于纖毛基部附近及細胞的边緣。形态有圓形、卵形或短綫状等。普通衣藻都有眼点，但也有不生的。　神經运动器　某几种衣藻在纖毛的基部有神經运动器。据說，此器与纖毛的运动有关。　中央液泡　衣藻和其他植物不同，体的中央幷无液泡。

繁殖方法　各种衣藻的繁殖方法，都分为有性及无性2种。現在分別叙述于后。　(1)无性繁殖　衣藻的无性繁殖方法很多，象：(a)游动孢子的产生　衣藻平常游泳于水中，非常活潑。

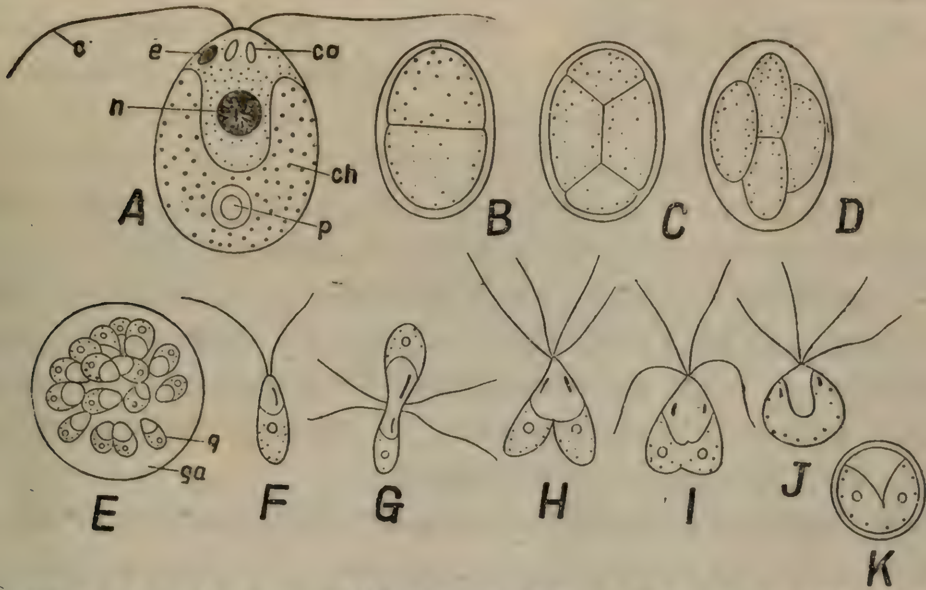


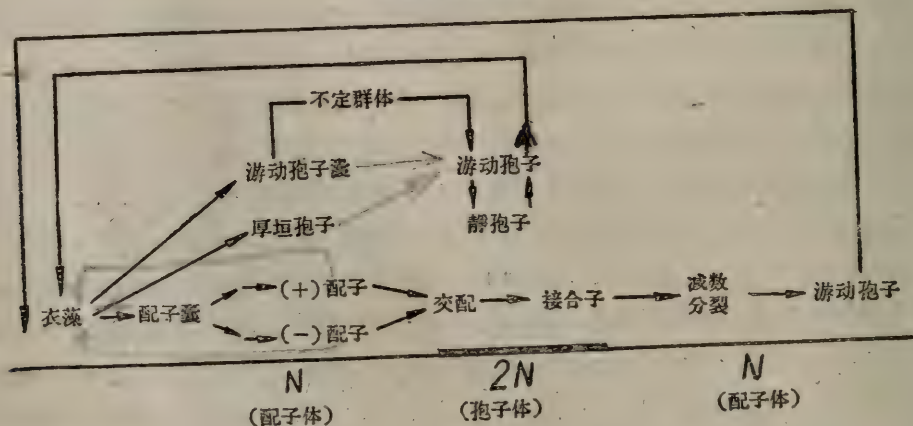
图 1. 衣藻: *A*. 全体构造略图; *B*—*D*. 无性繁殖; *E*—*K*. 有性繁殖; *E*. 配子囊; *F*. 配子; *G*. 交配; *H*—*K*. 接合子。*c*. 纤毛; *ch*. 叶綠体; *n*. 細胞核; *p*. 淀粉核; *co*. 收縮泡; *e*. 眼点; *g*. 配子; *ga*. 配子囊。(仿 Smith 重繪)

行无性繁殖时, 其游动逐漸迟緩, 終至完全不动。纤毛收縮, 最后完全不見。原生質体纵裂为左右 2 团, 同时細胞核、淀粉核及叶綠体都纵裂为 2, 分居于 2 团原生質之中。当分裂之时, 淀粉核也有先行消失, 而后再发現的。如此継續分裂, 由 1 团原生質, 可分为多数的新原生質团。衣藻无性繁殖时, 其原生質分裂次数, 常常是 1 到 3 次, 結果所产生的新原生質团, 是 2, 4, 8 枚 (图 1. *B*, *C*, *D*)。当分裂停止时, 此裸体的原生質团, 发生神經运动器、細胞壁和纤毛, 便成为 1 小型的衣藻, 这就是游动孢子。此时, 发生游动孢子的老細胞, 便称为游动孢子囊, 其壁就是游动孢子囊壳。孢子囊壳漸被溶化成为膠状体, 最后破裂。游动孢子遂得释放, 而自由游泳于水中。待长大后, 就成为衣藻。衣藻在无性繁殖时期, 細胞核的分裂是間接分裂。所以虽然 1 个母細胞核分裂成多数子細胞核, 但染色体的数目并不减少。因此, 母子两細胞核染色体的数目, 都可用 *N* 作代表。 (b)不定群体时期　这种繁殖方法, 在开始之时, 細胞分裂的步驟, 与(a)所述的完全相同。直到最后孢子囊壳变成膠質时, 虽然継續膨大, 但不破裂, 其中原生質体不断分裂, 成为数以百計的新单位而不游动, 全体成 1 膠質包被, 中含无数新細胞, 叫做不定群体时期。这种現象, 并非衣藻所独有, 他种游动藻类也是常有的。由此, 靜止的新細胞当膠壳溶解后, 也可成为活潑的游动孢子。 (c)靜孢子　当外界环境不利于活动时, 游动孢子可由活动变为靜止, 且在体外发生細胞壁, 成为 1 孢子, 这种孢子, 称为靜孢子。 (d)厚垣孢子　老細胞的細胞壁加厚, 变成休眠状态, 同时細胞中貯藏食物及特种色素, 这种孢子, 称为厚垣孢子。如环境改变, 有利于活动时, 无論靜孢子或厚垣孢子, 都可再成为游泳活潑的衣藻。 (2)有性繁殖　衣藻行有性繁殖时, 其最初几个步驟, 和行无性繁殖时相同, 不过原生質分裂成較多的小团而已。它的数目通常是 4, 8, 16, 32, 64。这些新分化的小分子是一些裸露的原生質团, 有的具薄膜。形状构造, 和母体以及游动孢子完全相同。但从母体出来之后, 会互相交配, 因为它們要交配, 所以叫做配子。而产

生配子的老細胞，就称为配子囊(图 1. E)。异性配子的体积与形状都是相同的，称为同形配子。完全不同的，称为异形配子。形状相同而体积大小不同的，笔者原来拟叫做同形异积配子或簡称异积配子，但現在也称做异形配子。衣藻的配子通常同形，但也有异积的。配子游泳若干时間后，互相配合。配合时，是側面交配，或是头部相对而交合(图 1. F, G, H)。如果配子有膜，則交配之前，必定和膜脫离。配合后，成 1 較大的衣藻，且有紆毛 4 根。其后紆毛收縮，全体成一圓团，并立即发生薄膜，然后随之而发生厚壁，成为接合孢子，或簡称接合子(图 1. $I—K$)。如以 N 代表配子体中染色体的数目，則 2 个配子交配而成的接合孢子，其染色体的数目較 1 个配子的增加 1 倍，所以通常用 $2N$ 来代表。凡細胞中具有 $2N$ 染色体的，一概称为孢子体。具有 N 染色体的，一概称为配子体。萌发时，接合子細胞核行減数分裂 1 次及間接分裂若干次。将具 $2N$ 染色体的細胞核，分成 2 到 4 枚(N)染色体的細胞核。每 1 个細胞核和其周圍的細胞質，分化成 1 个游动孢子。配子沒有配偶的，也可以发育成新植物体。

生长环境 衣藻生长在淡水池沼中，除冬季之外，都可以发生，但春秋最多。我国南北各地，都有发現。

衣藻生活史图表



盘藻属(*Gonium*)

构造 盘藻是多細胞的群体，每 1 群体中，有 4 和 16 枚細胞之别，但都成四方形的平面体。群体之外，有膠質垫圍护着，此垫也成四方形。盘藻的群体如果是 4 枚細胞的，則每 1 細胞居四方形的一角。倘是 16 枚細胞的，則分內、外两圈，內圈 4 枚，外圈 12 枚(图 2. A, B)。各細胞都有胞間联絲(原生質絲)互相通連。每 1 枚細胞的构造，和衣藻完全相似(图 2. $C—D$)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 行无性繁殖时，細胞間的原生質絲，事先收縮。每 1 細胞，依其群体所含細胞的原数，縱裂成游动孢子，4 或 16 枚。这样就成了 1 个新群体。 (2)有性繁殖 此藻的配子，由同 1 个植物体产生的，不能交配。就是說，它們的外形虽沒有不同，但在性的方面实有区别。配子具 2 根紆毛，交配时多半从側面交配。交配后成衣藻状的細胞，而具 4 根紆毛。此細胞游泳于水中，不久即行靜止，具分泌 1 光滑的厚壁，就是接合孢子。萌发时，先行減数分裂，

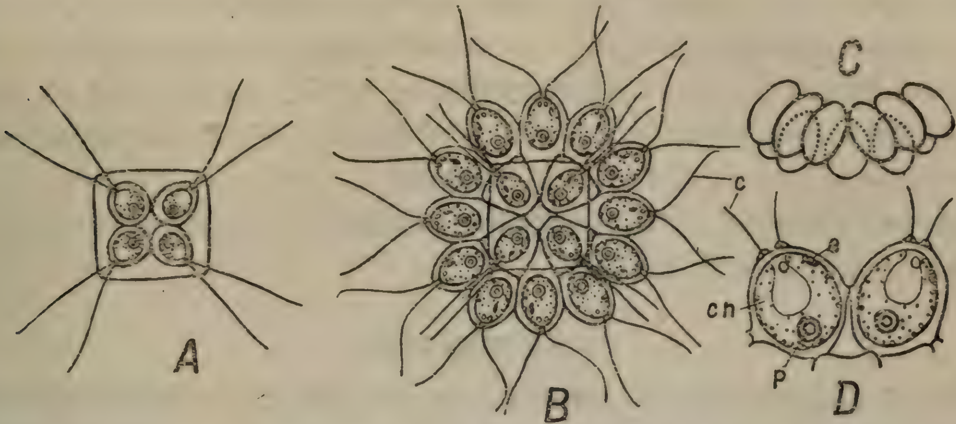


图 2. *A—B*. 盘藻; *C*. 图解式的側面观; *D*. 群体的一部分放大, 示其构造。*c*. 縴毛; *ch*. 叶綠体; *p*. 淀粉核; *e*. 眼点。(仿 Fritsch 重繪)

分成游动孢子 4 枚,就成为 1 个 4 細胞的群体。倘若群体是 16 枚細胞的,则每 1 个游泳孢子分裂 4 次,成为 16 枚細胞的新群体。

生长环境 和衣藻相同。

实球藻属(*Pandorina*)

构造 实球藻每 1 群体通常含有細胞 16 枚,而含有 8 和 32 枚細胞的,也偶然会遇到。各細胞密接排列,成长圓或近于圓形的球体(图 3. *A*)。球外有胶质层包圍和保护着。胶质层如分內、外两层的时候,则內层致密,外层稀薄而质淡如水。

細胞构造 細胞的构造和衣藻相类似。也有 2 根縴毛、1 枚眼点、杯状的叶綠体及 1 或多个淀粉核,并細胞核及收縮泡各 1 枚。但細胞的形状,和衣藻微有出入。此藻的細胞是梨形的,卽一端尖小,另端平闊。而縴毛所生之处是在平闊的那一端,这是和衣藻不同之处。

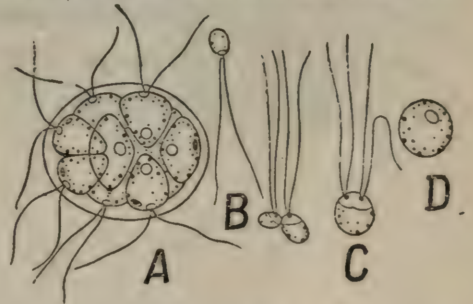


图 3. 实球藻: *A*. 群体略图; *B—D*. 配子交配及接合子。(仿 Coulter 重繪)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 实球藻的无性繁殖,和衣藻及盘藻大概相似。最先全体靜止,下沉于水底。胶质层漸变稀薄,并漸膨大。細胞的縴毛收縮。然后各細胞行縱分裂,成为游动孢子。每 1 枚細胞产生游动孢子的多少,必与其母群体細胞的数目相同。从 1 枚母細胞所产生的游动孢子,全数成 1 个新群体。最后,老細胞壁及胶质层消失,新群体就出于母体之外。 (2)有性繁殖 每 1 母群体,可以分裂成 2 个子群体。其細胞的排列,从致密变为疏松。胶质层吸收多量的水分,以致膨大。并由濃厚变成稀薄,結果和水相似。子群体中,每 1 枚細胞就是 1 个配子。实球藻是异形(异积)配偶的。交配时,两个配子的大、小不同。按体型,小的称为小配子,而大的称为大配子;如果按生理,则小的称为雄配子或精子,大的称为雌配子或卵。雌、雄配子的构造,和普通細

胞相类似。交配时是相对(头对头)或侧面交配。交配后成1枚較大的細胞,具4根纤毛,2个眼点,2个細胞核,在水中游泳(图3. *C*)。不久,2个細胞核接合,就成为接合孢子。纤毛也随即收縮,且分泌光滑的厚壳。这时,內部的原生質体呈綠色及橙黃色(图3. *D*)。萌发时,接合子先行减数分裂,然后分化成1到3枚游动孢子,每1个游动孢子靜止后,成1个圓形細胞,并分泌膠質到細胞壁的外面,再行几次接間分裂,新群体就成功了。

生长环境 实球藻的生长所在,和衣藻相同。其发生的季节,多在春季。凡是淡水湖沼都可生長,象北京的北海、昆明的翠湖常常会有。

空球藻属(*Eudorina*)

构造 空球藻成空心球体,細胞排列于周圍。每1群体細胞的数目,有16,32,64枚等数种,而通常以32枚的为多。球外有水液状的膠質层(图4. *A*)。每1群体之中,其細胞的排列,都有一定,且很整齐。如果群体为32枚細胞,那么,这32枚細胞排成5圈。在球的两端各有1圈,每圈有細胞4枚,中央是3圈,每圈有細胞8枚。 細胞构造 除群体有公共的膠質层之外,每1枚細胞的外面,又有单独的膠質层。各細胞有原生質絲,互相通連。細胞长圓、圓形或略带梨形。有杯状叶綠体,及1到几枚淀粉核。2根纤毛,2个收縮泡。游泳时,球的一面常在前,而另一面在后。在球前面的細胞有眼点,在后面的沒有。

繁殖方法 (1)无性繁殖 此藻的无性繁殖,就是用細胞的普通分裂法进行的。群体中任何細胞,都可分裂成1个新球,然后和母球脫离。或先和母球脫离,然后分裂。 (2)有性繁殖 此藻多半有异宗現象,就是配子由两个植物体所产生的才能交配。此种現象和高等植物的异株現象相同,因为藻菌和高等植物的植物体有所不同,所以叫做异宗。但配子由同一藻类的植物体所产生的而能交配时,則叫做同宗。空球藻少数种类的配子是同宗的。配子都是异形的,球体最前面的1圈細胞,通常与发生配子无关。但也偶有产生雄配子的。雌配子和普通营养細胞沒有差

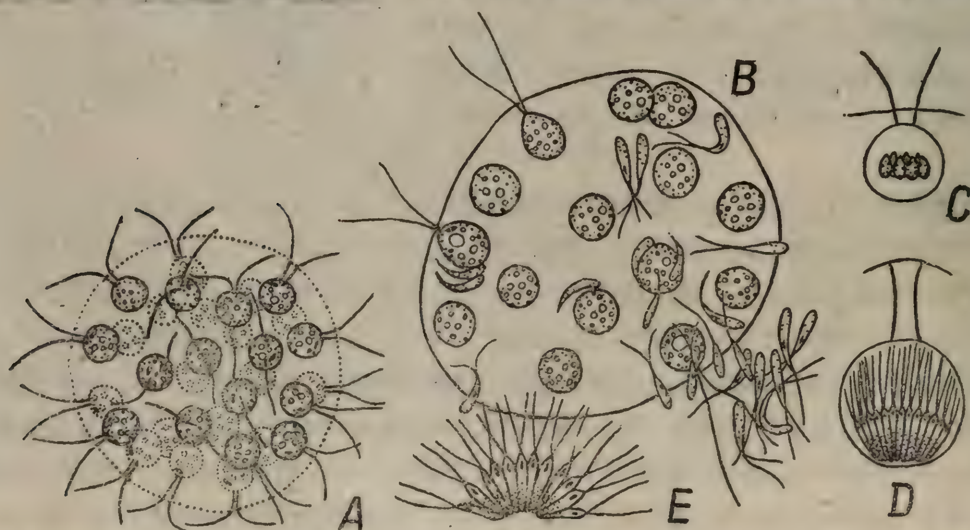


图4. 空球藻:*A*. 群体略图; *B*. 有性繁殖; *C*—*E*. 雄配子的发生。(*A*. *C*. *D*. 仿 Fritsch, *B*. *E*. 仿 Coulter 重繪)

别，都不分裂。雄配子的发生，从普通营养細胞継續分裂而成（图 4. *C*—*E*）。每 1 細胞可分成雄配子 64 枚，最初互相粘連，等游到雌配子附近时，才开始各各分离，穿进胶質层內，和雌配子交配（图 4. *B*）。接合孢子是光滑的圓球，且色澤深暗，含有色素。萌发时，細胞壁先行膨脹，壁的內膜継續膨大成囊。整团原生質体发育成为 1 个游动孢子。这个游动孢子，具 2 根纤毛，游泳于水中，經过相当时間之后，自行分裂成 1 个新群体。

生长环境 空球藻生长的季候与环境，和衣藻及实球藻相同。笔者在北京北海、昆明翠湖，曾經采得。

团藻屬(*Volvox*)

构造 团藻是 1 个空心球状体。球形、长圓形或卵形。球外有公共胶質层圍繞着。胶質层的里面，有 1 层細胞。每 1 个球体所含細胞从 500 到 1,000(*Volvox aureus*)，或1,500 到 20,000枚(*V. globator*)之多，每 1 枚細胞又各有单独的胶質层圍繞着。細胞层里面，有稀薄的胶質水液（图

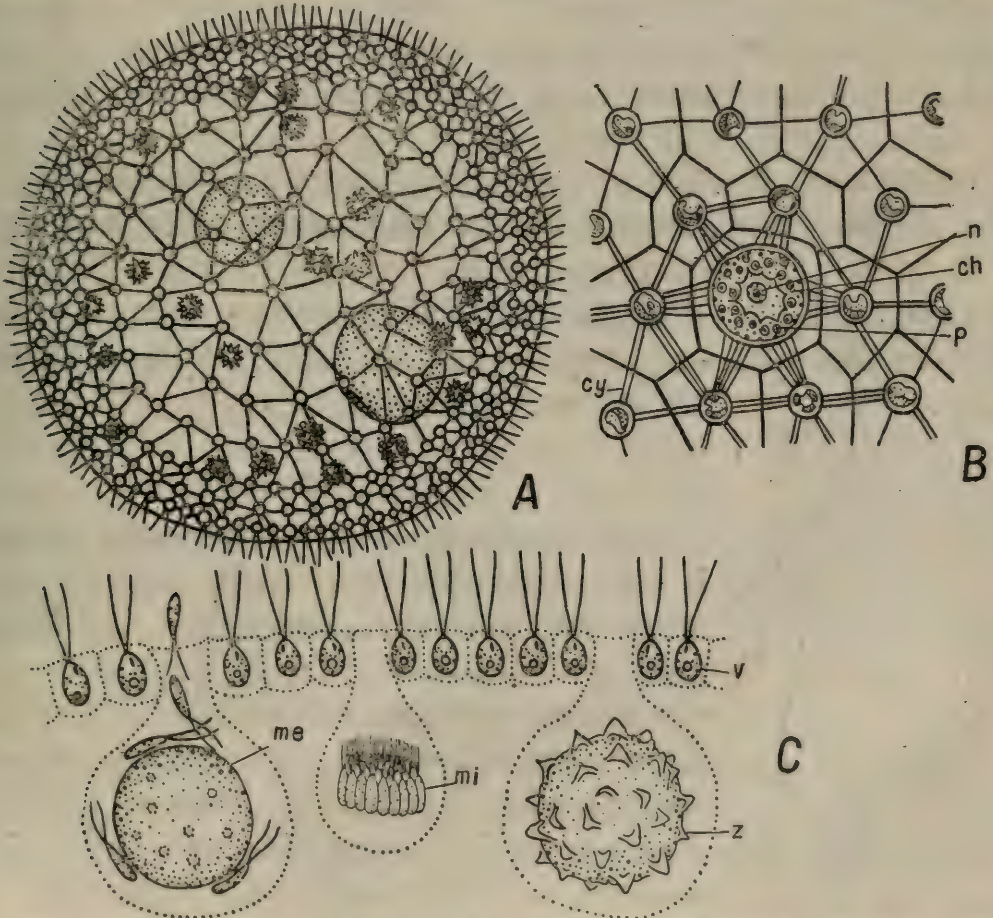


图 5. 团藻: *A.* 群体; *B*—*C.* 群体一部分的放大，示其构造。*ch.* 叶綠体; *cy.* 胞間联絲; *me.* 雌配子; *mi.* 雄配子; *n.* 細胞核; *p.* 淀粉核; *v.* 营养細胞; *z.* 接合子。(*A. C.* 仿 Smith, *B.* 仿 Fritsch 重繪)

5. *A*)。　细胞构造　細胞象衣藻一样或不同。各有1层胶質鞘。各細胞之間，又有胞間联絲，互相通達。細胞中通常有杯状叶綠体1枚，其上含淀粉核几个(图5. *B*)。

繁殖方法　(1)有性繁殖　雌雄配子产生于同一植物体或者不同的植物体。雌配子的体积比雄配子大10多倍，所以有人主張把它叫做大配子，而把体积小的雄配子叫做小配子。雌配子发生时，先从普通营养細胞吸收养料，体积增大，而漸向球的中心凸进，終于和其余营养細胞脫离，并在原生質团之外发生1层极薄的膜。当雌配子分化时，纤毛漸漸收縮而隐沒，其体积逐漸增大，較普通营养細胞可以大6—10倍。其原来生长纤毛的嘴状尖端則成为将来雄配子进口之处。雄配子发育开始的时候，其步驟和雌配子相似。最初也是普通营养細胞，分化时，也是体积加大，纤毛收縮，向母球的中心凸进，而終于脫离母体。分裂时，由1枚細胞分为16, 32, 64或128团原生質体，平列或卷成圓球。其后，每一原生質体成长圓形或长形，一头尖細，生长2根纤毛，另外一头圓鈍，体內具1枚淡綠色的叶綠体，至此，雄配子的分化完成，便各各分离，而游向雌配子(图5. *C*)，雌雄配子交配后，成为接合孢子。接合子橘紅色，发生光滑而具刺突的厚壁。萌发时，原生質分化，成1个衣藻状的大型游动孢子。溜出厚壳，游泳于母球之中。从这团原生質体逐漸分裂，便成为1个新团藻。新植物仍居母体之內，等母体死亡后，才能出外。　(2)无性繁殖　无性繁殖的程序，和有性繁殖相仿佛。由1枚营养細胞加大，溜入母球中部，分裂而成1新球。

在研究团藻的时候，我們应該注意　团藻的細胞可以分化成好几种不同的式样：

(1)普通营养細胞，(2)无性繁殖細胞，(3)分化成为雌配子的細胞，(4)分化成为雄配子的細胞。

生长环境　通常生于淡水池沼中，也有在雨水留貯和人畜踐踏之处发生的。笔者当抗日战争时，随学校迁居贛南宁都之长胜圩，于春夏之交，在路旁泥坑积水中，采得很多。其他象南京、厦門等这些地区，笔者也都有发現。

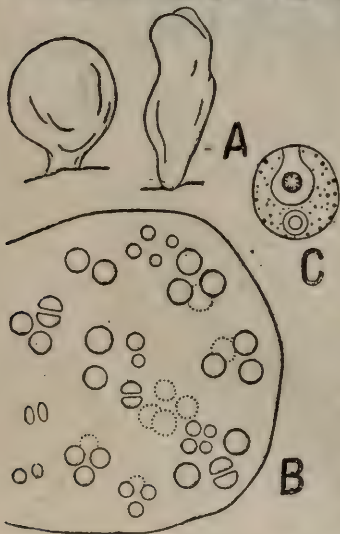


图6. 四孢藻：*A*. 群体的外形；*B*. 群体的构造；*C*. 营养細胞。(实物写生，該实物采自江西新建盟城崗)

四孢藻属(*Tetraspora*)

构造　四孢藻的群体，大小不一。有的肉眼能够看見，且有长达30厘米的，小的須用显微鏡才可以看見。此藻生于淡水中，附着或漂浮不定。外形各别，或为圓形，或成袋状，或为不規則的平片等等(图6. *A*)。群体之外，有1层总膜，膜軟滑象水胶，或者粗糙而成軟胶状。每1枚細胞之外，又有1层膜圍着，此膜是新細胞发生时，由母細胞的細胞壁溶解而成。　細胞构造　細胞圓形，密聚在总膜的周圍。每2枚或4枚細胞排成1組，也有不規則而各各分散的(图6. *B*)，每枚細胞有纤毛(有人根据細胞質的凸起和普通纤毛不同，而把它称做假纤毛的)2根，凸出总膜之外或者不凸出到外边而仅仅达到胶質膜的表面。叶綠体杯状，1枚。淀粉核1枚。細胞核1枚，长在細胞的中央。沒有收縮泡及眼点(图

6. *C*)。

繁殖方法　(1)有性繁殖　每1枚細胞可分裂成2到8个同形配子。配子梨形，在尖端生2根纤毛。眼点1枚，也生在前端。体内有1枚杯状叶綠体。交配时，两配子相遇，自前端开始交接，由两配子的側边粘合成为一体，就成了接合子。接合子仍旧游泳于水中，經过若干时間，然后静止，分泌厚壳，并継續長大到原来体积的1倍为止。萌发时，先分裂成4或8个静孢子。接合子的壳化成胶质状，来包圍和保护孢子。再由各孢子萌发，成为新群体。萌发时，不經过静止孢子而直接发生成新群体的也有。　(2)无性繁殖　游动孢子从普通营养細胞縱裂而成。通常每1枚細胞縱裂成2到8块。每1块发生纤毛2根及收縮泡与眼点。此后，从胶质膜中外出游泳于水中，静止后纤毛收縮，并在体外分泌胶質，此后，原生质体不断分裂，便成为1新群体。

生长环境　四孢藻多半生于静止的淡水中。而发生的时候多在春天，南京成賢街北极閣附近溪水中，常有发現。

美里藻属(*Malleochloris*)

构造　单細胞，圓形，有胶質柄，将細胞粘着在他物上，通常附生在剛毛藻上。　細胞构造　細胞内有1个杯状的叶綠体，其上有1枚淀粉核。細胞核生在細胞前半部。眼点1枚，生在細胞的前部。細胞的一头有叶綠体，另外一头分泌胶質成1个柄状体，使細胞粘附他物上。体内沒有收縮泡(图7. *A*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　母細胞的原生質体，縱裂1或几次，分化成2或4个游动孢子。此孢子与1个衣藻的构造完全相似，惟前者的纤毛較衣藻为多，具有4根(图7. *C*)。游动孢子游泳若干时后，其前端有纤毛处，附着于他物。收縮泡馬上隐失，同时分泌胶質成柄(图7. *B*)。　(2)有性繁殖　有性繁殖时，产生同形配子8到16枚。配子的构造，和游动孢子相仿佛，惟前端較尖而已。配子交配后，成接合子，此时具纤毛8根，仍能游泳。不久，纤毛消失，卽行休息，体外发生1壳，壳面有小突起。萌发如何，尙无报告，还未听說有人研究。

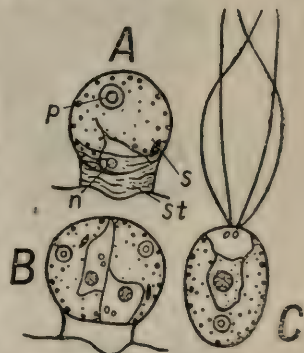


图7. 美里藻：*A*. 植物体；*B*. 无性繁殖；*C*. 游动孢子。*n*. 細胞核；*s*. 眼点；*st*. 胶質柄；*p*. 淀粉核。(仿 Fritsch 重繪)

生长环境　生于淡水池沼中。

綠枝藻属(*Prasinocladus*＝*Chlorodendron*)

构造　植物体是个树状分枝的群体，枝子是个胶質筒，枝梢生有細胞。　細胞构造　和衣藻相同，但不具纤毛，且前端的收縮泡无收縮性，生活形态和美里藻略相似，所不同的就是胶質。当綠枝藻向上生长时，新长的胶質柄，可以从柄的末端連接，而向上延长。如果1枚細胞縱分为2枚，那么，胶質柄也縱分成为2枝(图8. *A*)。細胞不断地向上分裂和生长，胶柄継續分叉，結果其群体就成为1枝状，所以有綠枝藻的名称(图8. *B*)。而最奇怪的就是：当細胞向上伸長的时候，也有纤毛发生，静止则消失。

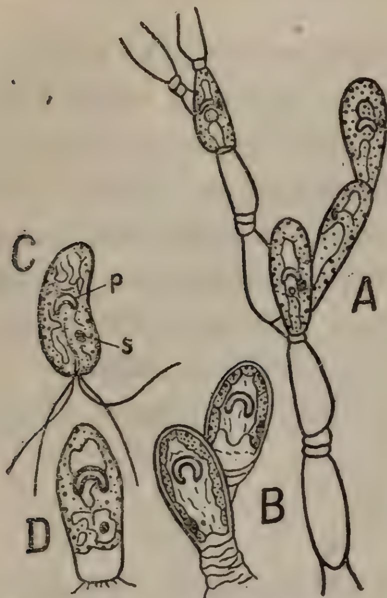


图 8. *A*. 綠枝藻; *B*. 胶质柄的分叉; *C*. 游动孢子; *D*. 游动孢子的萌发。 *p*. 淀粉核; *s*. 眼点。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 (1)无性繁殖 每1枚細胞都可以产生游动孢子1枚，游动孢子具4根紆毛(图8. *C*)，其构造和衣藻相同。孢子成熟，老細胞壁溶化，孢子卽出外，游泳于水中。游泳若干时之后，孢子的前端粘着他物，此时，紆毛收縮或脫落，并分泌胶质膜(图8. *D*)。 (2)有性繁殖 尙未发現。

綠球藻目(CHLOROCOCCALES)

本目特征 这1目藻类几乎完全生活在淡水中，植物体是单細胞或成群体，群体常为多数集合生長的細胞外壁分泌胶質連合而成，或由1細胞产生的各游动孢子組合而成。其营养細胞都不能游动。細胞中有細胞核1枚或多枚。叶綠体杯状，含1枚淀粉核，或不作杯状而側生，也有的成条状及盘状。繁殖时，产生游动孢子或靜孢子(图9. *A*)。游动孢子通常有2根紆毛，卵形到梨形，由母体內成群泄出，且常有薄膜包圍和保护着。

綠球藻属(*Chlorococcum*)

构造 綠球藻的植物体是单細胞的，幼嫩細胞的构造和衣藻略相似，但无眼点、收縮泡及紆毛。其叶綠体生于細胞的一边，有淀粉核及細胞核各1枚。細胞逐漸成長，叶綠体也漸大，漸漸

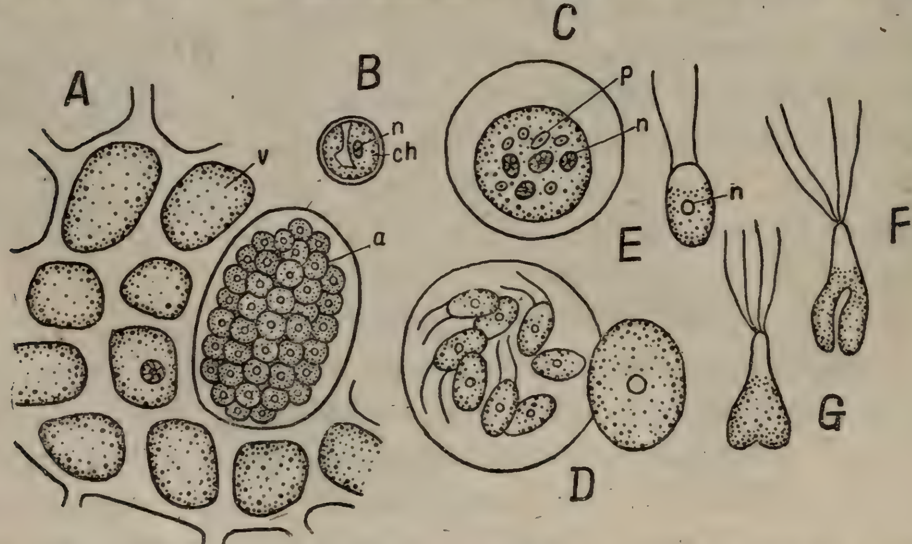


图 9. *A*. 綠球藻; *B*. 幼营养細胞; *C*. 老营养細胞; *D*. 孢子囊; *E*. 游动孢子; *F*. *G*. 有性繁殖; *F*. 側交; *G*. 接合孢子。 *a*. 无性孢子; *ch*. 叶綠体; *n*. 細胞核; *p*. 淀粉核。(仿 Fritsch 重繪)

充滿全細胞。淀粉核及細胞核也由 1 枚各自分裂成 4、5 枚(图 9. *B—C*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　这属藻类无性繁殖的方法，不止 1 种，現在分述如下：(a)每 1 枚母細胞，分裂成 2 到 8 个游动孢子。游动孢子卵形或长圓形，有 2 根纤毛(图 9. *E*)。自母体外出，游泳水中，不久休眠，发生細胞壁，便成为 1 个新植物体。　(b)母体的原生質体分裂多次，成为多数小块。每 1 小块发生 1 壁，成 1 个孢子，叫做靜孢子。由此可以直接长成 1 新植物，或游动孢子(图 9. *D*)。　(2)有性繁殖　由大小不同的异形配子(异积配子)側面交配成为接合子(图 9. *F*, *G*)。由接合子分裂，直接成为新植物。

生长环境　通常生长在阴湿的磚石上。北京很多，其他地区也有。

綠点藻属(*Chlorochytrium*)

构造　植物体无固定的构造，全体是 1 团原生質，有 1 个放射分叉的叶綠体、淀粉核多枚及 1 枚細胞核而已(图 10. *A*)。全体生长在水藻及浮萍細胞之內，象寄生的一样。但能自行制造食物，行独立生活。

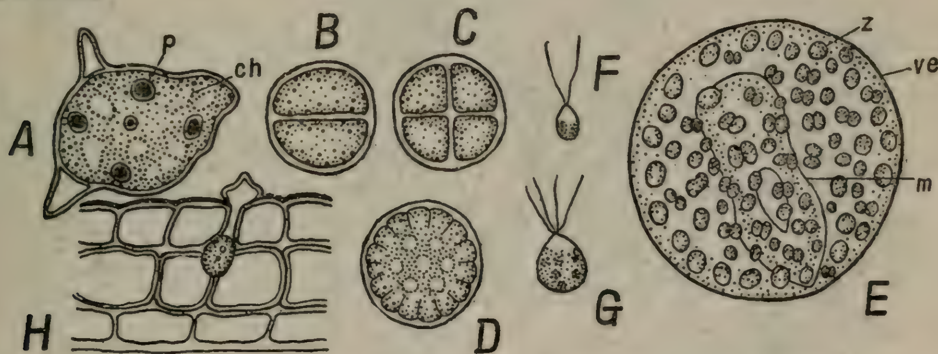


图 10. 綠点藻：*A*. 植物体；*B—D*. 无性繁殖；*E*. 配子成熟时破母体而出；*F*. 配子；*G*. 接合孢子；*H*. 萍組織及藻。*ch*. 叶綠体；*m*. 休眠細胞的膜；*p*. 淀粉核；*ve*. 配子胶囊；*z*. 配子。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法　(1)无性繁殖　产生游动孢子(图 10. *B—D*)。孢子出外，游泳于水中，休息于浮萍上，分泌細胞壁，由細胞壁延长成 1 小管，經浮萍的气孔或 2 枚細胞的間隙，穿入細胞間的空隙中(图 10. *H*)。小管的末端膨大，并且分叉，就成了新植物。　(2)有性繁殖　此分叉的細胞，逐漸分泌物質，增厚其細胞壁。到次年春季，原生殖体分裂成 256 个小块。每个小块分化成同形配子 1 枚。配子卵圓形，有纤毛 2 根，生于尖端(图 10. *F*)。当配子成熟时，母体及"寄主"的細胞壁被挤而破裂(图 10. *E*)。配子的外面，有个胶質囊包裹着。配子在胶囊中交配。接合子有 1 根纤毛(图 10. *G*)。成熟时，破胶囊而出，游泳水中。遇"寄主"后，便附着其上，发生小管，穿入寄主的組織中。

盘星藻属(*Pediastrum*)

构造　这种藻完全漂浮水中，全体是多細胞的，每 1 个群体的細胞的数目是 2 或 4 以至 128 枚。細胞数目的多少，依种类而定。各細胞組成 1 单层的扁平体。細胞排列极为整齐，成规则的

图案式(图 11. A—E)。 细胞构造 每 1 枚细胞中,含 1 枚侧生的盘状叶綠体。在幼细胞中,有細胞核及淀粉核各 1 枚。細胞漸老,細胞核及淀粉核逐漸分裂,各分成 2 到 8 个。細胞常常生刺,刺是胶質的。在边緣的細胞,刺向周圍而生,在中部的,刺向上生。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)产生游动孢子。游动孢子有纤毛 2 根(图 11. G)。群体中每 1 枚細胞均能产生游动孢子。产生游动孢子的細胞,其形态虽与普通細胞沒有差别,但也叫做游动孢子囊。每 1 个游动孢子囊所产生的游动孢子的数目,与其母体細胞的数目必定相等。当孢子囊发育游动孢子的时候,細胞外部的纖維素层,与內部的細胞膜互相分离,便成为 1 柔軟的囊,囊中有游动孢子。不久,孢子囊外层表面开裂,成 1 小縫。此裝滿游动孢子的軟囊,就从这个小縫穎脫而出母体之外(图 11. F)。孢子停止游泳时,互相集合,并各分泌 1 細胞壁,卽成为 1 新群

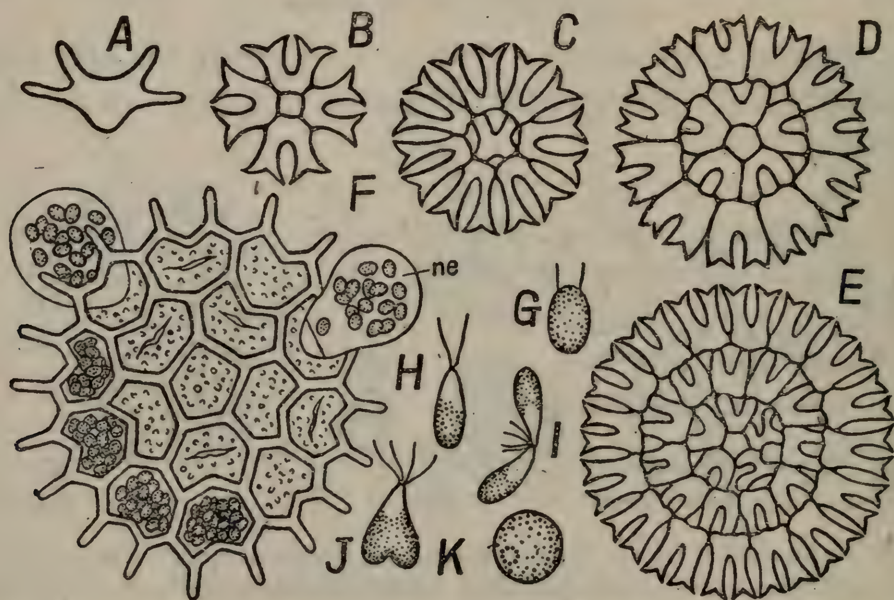


图 11. A—E. 各式盘藻; F. 无性繁殖; G. 游动孢子; H—K. 有性繁殖; H. 配子; I. 交配; K. 接合孢子。ne. 游动孢子囊。(A—E. 仿 Fritsch 重繪, F—K. 仿 Coulter 重繪)

体。此新植物各細胞的排列,和其母体毫无差异。游动孢子的数目,通常必相等于其母体細胞的数目。偶然也有不同的,是生理的情况改变所致。(b)游动孢子囊有的直接产生游动孢子,或产生 1 或 2 个厚壁休眠孢子。这种孢子的抵抗力极为强大,据說虽干到 12 年之久,仍能萌发。(2)有性繁殖 此藻的有性繁殖很别致。除水网而外,几不多見,現在申述如下:营养細胞产生配子的,叫做配子囊。盘星藻的配子具纤毛 2 根(图 11. H)。成熟后,游出母体之外,互相交配(图 11. I—J),成为接合子。接合子先具薄壁(图 11. K),此时,細胞核染色体的数目是 $2N$,就是孢子体。接合子并不休眠,就行减数分裂,成为体形較大且具有纤毛 2 根的游动孢子 4 个。游泳停止后,发育 1 枚不規則的多角細胞,这枚細胞渡过不良环境之后,再按前面講的无性繁殖的游动孢子发育所經历的那些步驟,发育普通的游动孢子,卽成为新植物体。

生长环境 淡水池塘內,夹杂在其他水生植物当中。我国南北各地都有发現。

水网属(*Hydrodictyon*)

构造 水网是綠藻中較大的植物，有長到数十厘米的。全体成1网狀的長筒。网眼普通是

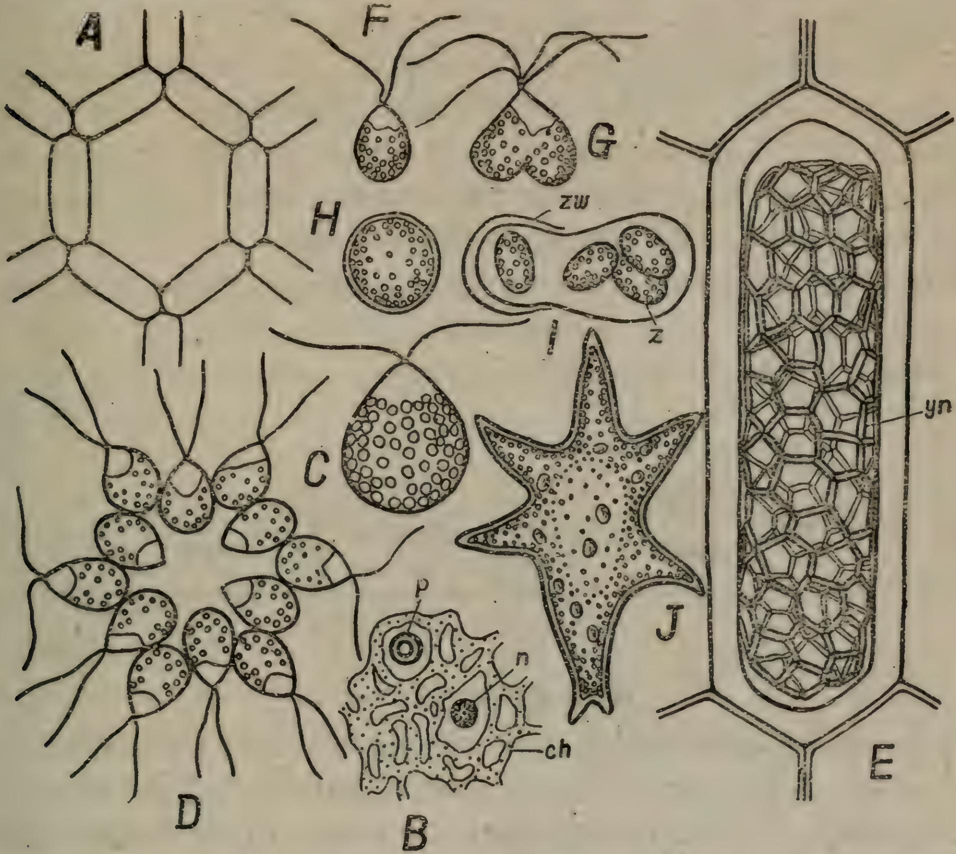


图12. 水网: *A*. 网孔的构造; *B*. 細胞的构造; *C—E*. 无性繁殖; *C*. 游动孢子; *D—E*. 游动孢子組成新网; *F—I*. 有性繁殖; *F*. 配子; *G*. 交配; *H*. 接合子; *I*. 萌发; *J*. 多角細胞。*ch*. 叶綠体; *n*. 核; *p*. 淀粉核; *yn*. 幼网; *z*. 游动孢子; *zw*. 接合子外壳。(*A*. *C—J*. 仿 Coulter, *B*. 仿 Fritsch 重繪)

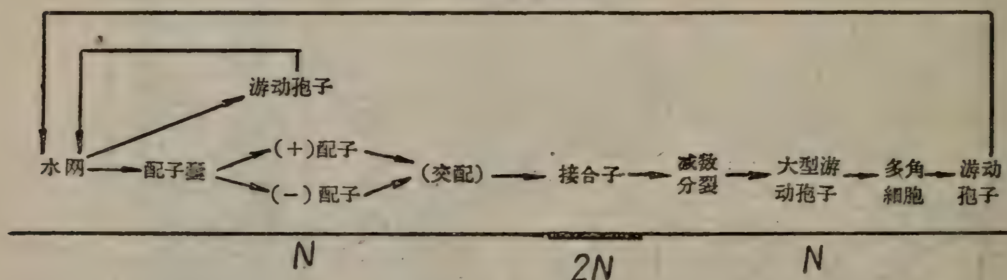
5枚細胞合成的五角形，或6枚細胞組成的六角形，也有成四角形的(图12. *A*)。全体漂浮水面。細胞构造 細胞長筒形，幼小时有側生的叶綠体1枚、細胞核及淀粉核各1枚。細胞成熟后，中部发生1个大液泡。其四周圍繞无数細胞核及淀粉核。叶綠体也分裂成无数小块(图12. *B*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 任何营养細胞都可以成为游动孢子囊，产生游动孢子。游动孢子发育时，細胞中的細胞質先起龟裂，結果分成无数极小的块。每块中含有細胞核及淀粉核各1枚，不久就成1个游动孢子。每1个游动孢子囊中所产生游动孢子的数量，約有7,000到30,000枚，游动孢子卵形，有纤毛2根生在尖端。体内有細胞核、叶綠体及淀粉核各1枚(图12. *C*)。各游动孢子就在游动孢子囊中游泳，并不外出。靜止时，每3个孢子合成1組，并各分泌細胞壁，由各組相合，成为网形。新网長大，脹破母体，就成了1个新的群体(图12. *D—E*)。(2)有性繁殖 产生配子的細胞，称做配子囊。水网配子囊及游动孢子囊的外形，与普通营养細胞并无区别。配

子发育的程序，和游动孢子完全相同，不过，配子的数量較游动孢子为多(30,000到100,000)，而形体較小。配子也具有2根纤毛，无大、小的区别，是同形的。配子游泳于配子囊內，不久細胞壁自开1小孔，配子由此游出于母体之外。同一母体的配子，也能交配。交配时，側交或头对头交合都可。交配后，最初是具4根纤毛、形状和游动孢子相似的个体(图12. *F*. *G*)。不久，停止游泳，发生薄壁，即成为1圓形細胞，就是接合孢子，或簡称合子。接合子漸形膨大，且滿貯油質。不久，行減数分裂，成为大型的游动孢子4枚(图12. *H*, *I*)。游泳孢子游泳不久，分泌1不規則而多角的厚壁，便成为1多角細胞(也称角棘藻 *Tetraëdron* 时期)(图12. *J*)。水网过冬，多半在此时期。到了次春天气和暖时，多角細胞以和盘星藻相同的步驟，萌发成1柔囊。囊中有游动孢子50到100多。游泳停止后，各3枚細胞組合成1新网。

生长环境 春夏发生在淡水池沼或水稻田中，此藻极为普通，在我国南北各地都常見。

水网生活史图表



柵列藻属(*Scenedesmus*)

构造 植物体是几枚細胞側排而成的群体。各細胞排列整齐，成单行和双行的排列。如果是4枚細胞所构成的，則成单行(图13. *A*)。是8枚細胞的，則多数成双行。也有多到16或32枚細胞的，但很不多見。 細胞构造 細胞有胶質刺或沒有，通常呈紡錘形或长圓形，也有成圓形和三角形的。細胞中有带状的叶綠体、細胞核及淀粉核各1枚。細胞老时，叶綠体充滿全細胞中。

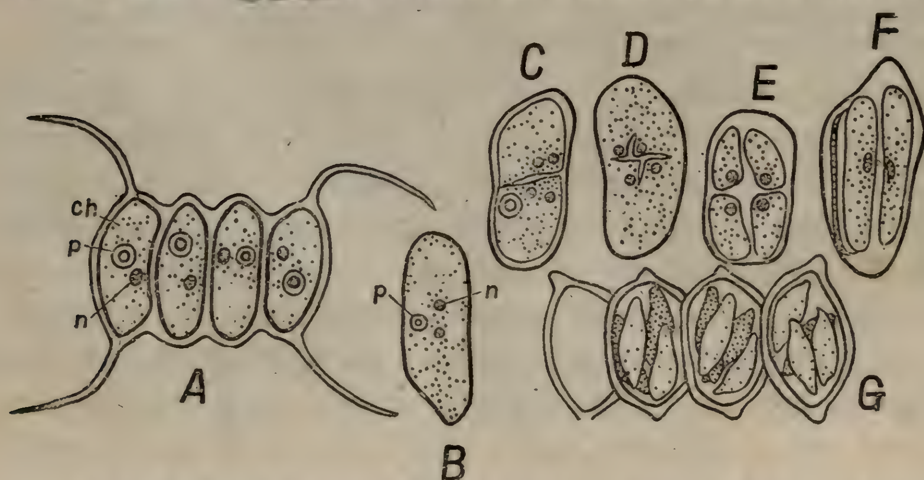


图13. 柵列藻：*A*. 群体；*B*—*G*. 无性繁殖。*ch*. 叶綠体；*n*. 細胞核；*p*. 淀粉核。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 栅列藻的繁殖方法很簡单，至今发現的，仅仅无性繁殖法而已。繁殖的时候細胞核由1分为2，2分为4。細胞質同时裂成4块。每块中含1枚細胞核(图13. *B—G*)。每若干块排列成1排。各块发生1細胞壁，就成1个新群体。淀粉核当分裂时，逐漸消失，新群体組成后，各細胞再发生新淀粉核1枚。

生长环境 生长于淡水池沼中，我国各地都有发現。現在发現它含有丰富的蛋白質和其他养料，可以作为人的食粮及畜类的飼料，因此正在研究它的培养和利用。

絲藻目(ULOTRICHALES)

本目特征 植物体綫状，分枝或不分枝，或成多細胞的片状体。叶綠体带形或成盘状。細胞有大小之别，小細胞中叶綠体侧生或丛生，大細胞中有細胞核多枚，配子通常是同形的，但也有异形的。配子有2或4根纖毛，游动孢子也有2或4根纖毛。

絲藻属(*Ulothrix*)

构造 絲藻是不分枝的絲状体，体有分化。基部細胞分化成为附着細胞，基部以上的是一些营养細胞（图14. *A*）。細胞构造 附着細胞中无叶綠体，有1枚細胞核，这种細胞通常是1枚单独細胞，很少横分成2枚的[①]。营养細胞短筒形。叶綠体1枚，带形，自卷成筒，套于細胞内部中段。叶綠体所成的筒，成整筒或不完全，有的很象女子所带的手釧而留1口縫，其上有3—5个淀粉核。細胞中有1枚細胞核，居在細胞中部，因常被叶綠体掩蔽，而与淀粉核相混，不易分辨。如果将新鮮材料染以碘質，則淀粉核全部变黑，細胞核立即显露出来。

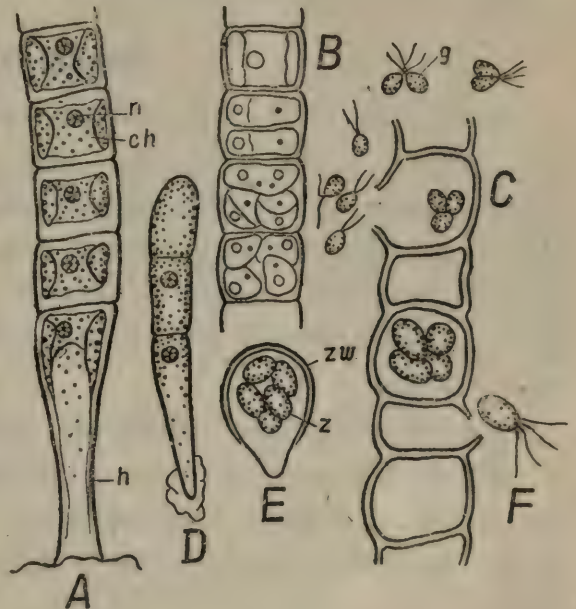


图14. 絲藻：*A*. 营养体的一部分，示附着細胞及营养細胞；*B*. 无性繁殖；*C*. 有性繁殖；*D*. 游动孢子萌发；*E*. 合子萌发；*F*. 游动孢子。*ch*. 叶綠体；*g*. 配子；*h*. 附着細胞；*n*. 細胞核；*z*. 游动孢子；*zw*. 接合子壳。(*A*. *C—F*. 仿 Coulter, *B*. 仿 Frtisch 重繪)

繁殖方法 (1)无性繁殖 除附着細胞之外，营养細胞都能产生游动孢子。每1个孢子囊中，产生孢子数量是2，4，8，16或32枚（图14. *B*）。游动孢子具4根纖毛，全体卵形，而两端尖細与梭形相同(图14. *C* 下

---

① 笔者于1931年在芝加哥实驗室中曾发現有横分的。

端)(史密斯訊为游动孢子仅生纤毛2根),有眼点。成熟后囊壁破裂,游出母体之外。游泳停止后,基部向四周扩展以附着他物。前端延长,細胞分裂成2枚。1枚居前端,1枚居后端,中生横壁。在前端的是营养細胞,后端的是附着細胞,这样就成为1个新植物,营养細胞継續横断分裂,便成为1条綫体。如果游动孢子継續分裂不停,則結果成为配子。游动孢子也有先行休眠,成为休眠孢子,然后再行活动的。环带絲藻(*Ulothrix zonata*)发生小型及大型两种游动孢子。大型的具4根纤毛,小型的形体比較小而尖狭,具2或4根纤毛(史密斯訊为大、小孢子都生2根纤毛),大小孢子的萌发情形相同,但小的所发育的綫体較为細小,且萌发时水的温度須在10°C以下。

(2)有性繁殖　配子发育的程序,和游动孢子相同,不过原生質体分裂的次数較多而已。每1配子囊所产生配子的数量,通常是16, 32或64枚。配子同形,和孢子相似,但較小,且略圓。配子遇异体植物所发育的配子才能交配。接合子初是紡錘形,1端有4根纤毛(图14. *C*上端)。不久卽行静止,此时变成球形,且分泌厚壳。萌发时,先行减数分裂,产生游动孢子4到14枚(图14. *D,E,F*)。

生长环境　通常生长在較冷的流动淡水中,也有生在潮湿土地、瀑布近旁或水花溅洒的石壁上。或者偶然在静水沟渠中也有生長。极少数的生于海水中。

注意　从絲藻的繁殖方法可以証明,配子的发生实在是导源于游动孢子。

微孢藻属(*Microspora*)

构造　全体成不分枝的綫体,老的漂浮于水中。　細胞构造　长筒形,細胞壁或厚或薄,是纤維素所构成的。有的細胞壁象H形,且有內、外薄膜2层,圍在細胞壁之外。叶綠体生在細胞壁內的四側,厚薄不匀,近似网状。甚至有成为疏松相連的關条。无淀粉核,而有淀粉質小粒。細胞核1枚,大而显明,居于細胞中央。常有带状的細胞質,左右通連,并穿过細胞中央的液泡(图15. *A*)。

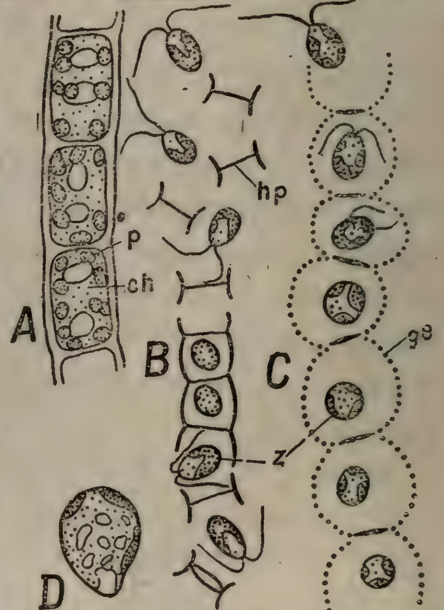


图15. 微孢藻: *A*.部分的营养体; *B—C*.无性繁殖; *D*.无性孢子。*ch*.叶綠体; *p*.淀粉核; *ge*.溶解的子囊壳; *hp*.H形的子囊壳; *z*.游动孢子。(仿 Fritsch)

繁殖方法　(1)无性繁殖　无性繁殖时,产生游动孢子。游动孢子通常具纤毛2根,很少的有4根(*M. Willeana*)。每1个孢子囊中,产生游动孢子的数量,各人所説不同。据費理虛[Fritsch a 1945]报告,是1或2枚。而史密斯[Smith a 1933]則説是1到16枚。游动孢子卵形,无膜,前端透明。成熟时,孢子囊壁自行溶解,或从2个H連接处脫离,孢子便游出母体之外(图15. *B,C*)。游泳停止后,发生薄壁,由1枚細胞向上分裂,成2枚細胞。在下的,成为附着細胞。在上的,成为营养細胞。由此不停地横断分裂,便成为1新植物。此藻成长后,其附着細胞通常消失,全体就漂浮不定。营养細胞也有发

生厚垣或靜止的休眠孢子的，休眠孢子的原生質体，通常4裂，結果直接发育新綫体4条，也有产生无性孢子的(图15.*D*)。 (2)有性繁殖 在各种微孢藻中，有性繁殖并不多見，但也有发生的，則是梨形或長形具2根纖毛的配子。每配子囊中所产生配子的数量是2到16枚。配子交配，虽有发现，但接合子的萌发，还无报告可以証实。

生长环境 微孢藻都在早春时，发生在淡水池沼中。

滸苔屬(*Enteromorpha*)

构造 全体分上、下2部，下部根状，可以称做假根。上部是細筒形的綫状体。綫条的中部是空筒，周圍有单細胞1层(图16.*A*)。植物体長成时，因基部脫离，也可漂浮水中。 細胞构造 細胞中有細胞核1枚，在細胞的上半部。下半部有1枚側生的叶綠体。叶綠体的边緣分裂，其上有1枚淀粉核。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)植物体自基部发育新枝，新枝与母体分离后，就另成新体。(b)营养細胞的原生質体，分化成为游动孢子。每孢子囊中产生游动孢子的数量是4，8或16枚。游动孢子卵形，前端略尖，有4根纖毛，眼点1枚，在体的下半部，另有1枚淀粉核，1枚細胞核，居于孢子中央。游动孢子休眠后，分泌細胞壁。此时先行延长，然后横断成2枚細胞。在上面的継續分裂，成为营养的植物体。下部細胞分裂，成为称做假根的附着細胞。(c)由假根也可发育新枝，成为新植物。 (2)有性繁殖 雌、雄配子有的是从不同的枝条所发育的。发育雄配子的枝条是橙黄色的。发育雌配子的，是黄綠色的。雌、雄配子囊中，各产生配子8枚。雄配子和游动孢子相似，但較小(图16.*B*)。配子成熟时，配子囊壁裂开小縫，配子就出外游泳。雌、雄配子相遇，側面配合，成4根纖毛的接合孢子(图16.*C*—*E*)。不久，发生細胞壁。不經減数分裂，而直接发育1新植物(图16.*F*—*H*)，此植物是孢子体。此藻外表虽无分別，但其植物体实际上分为孢子体和配子体2种。因为孢子体植物产生游动孢子，而游动孢子发育时，其原生質体从(2*N*)的染色体，經減数分裂成为(*N*)的染色体。这些(*N*)游动孢子所发育的植物体是配子植物体。配子体植物发生配子，再由配子交配，而发生(2*N*)染色体的孢子植物体。

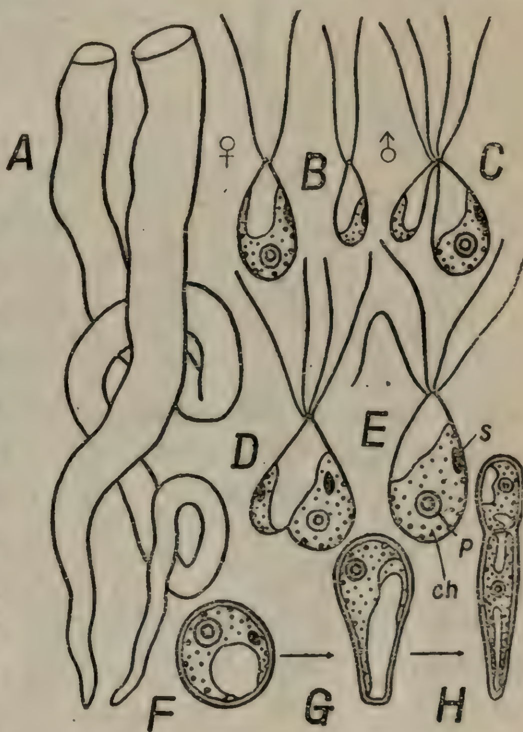


图16. 滸苔：*A*.部分的植物体；*B*.雌配子及雄配子；*C*.*D*.交配；*E*.接合子；*F*—*H*.合子萌发；*H*.孢苗。*ch*.叶綠体；*p*.淀粉核；*s*.眼点。(仿 Fritsch 重繪)

生长环境 生長在海水、盐湖或盐泉中。在山东、浙江、福建等省沿海地区，象厦門等处，春夏

之交,生长繁茂,人民用作蔬菜。

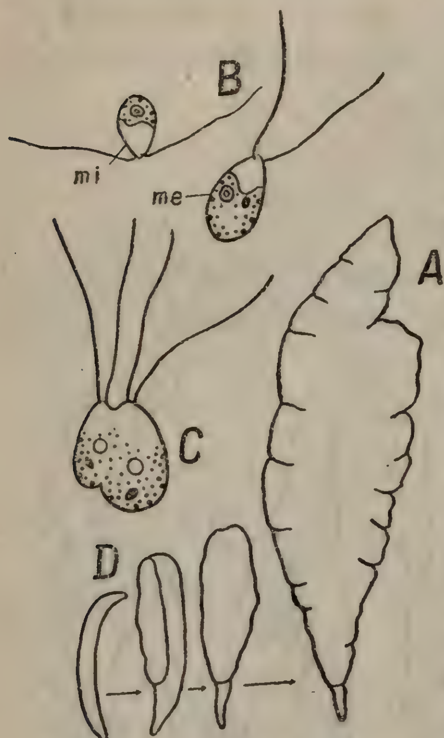


图17. 礁膜: *A*. 外形; *B*. 配子; *C*. 交配; *D*—*A*. 合子萌发。 *me*. 雌配子; *mi* 雄配子。(仿 Fritsch)

礁膜属(*Monostroma*)

构造 幼小的礁膜和滸苔相似。其植物体分假根及管状的营养部分。成长时,自上而下,自行纵裂,成为叶状的薄片(图 17. *A*)。全体除基部而外,其厚度都是1层細胞。細胞构造 有細胞核1枚,叶綠体側生,圍繞細胞的大半部分。

繁殖方法 (1)无性繁殖 每1个游动孢子囊,产生游动孢子4到8枚。孢子卵形,有4根纤毛,有眼点、細胞核、叶綠体及淀粉核各1枚。叶綠体在孢子的下半部孢子成熟时,孢子囊壁开1小孔,孢子由此出外,游泳水中。 (2)有性繁殖 配子同形,而体积的大小微有不同(图 17. *B*),和游动孢子相仿佛而較小,有纤毛2根。异体植物所产的配子相遇而交配(图 17.*C*),成为薄膜的接合孢子。不久,原生質体脱落而出,另外自行发生1厚壁的休眠孢子,且同时增大其体积。萌发时,先分裂成为8枚細胞的1根空心長管,或先成1团乱細胞,然后发育1新植物(图17. *D*)。

生长环境 此藻也可食用,通常生于带有盐質水中,也偶有生于海水及淡水中的。厦門一带海中有此藻。

石蒓属(*Ulva*)

构造 全体分为3部分,最上是叶状的薄片(图 18. *A*),普通是双层細胞。下部分是短杆形的干。基部是底盘和从底盘向外发生的假根。假根乱出,常常穿入叶部夹层的中間。假根通常无横隔壁,是多細胞核的构造(图 18. *B*)。 細胞构造 除假根之外,通常每1枚細胞,具有細胞核、叶綠体及淀粉核各1枚。普通叶綠体占据細胞的大半部分(图 18. *C*)。在青島采集的石蒓,其叶綠体側生于細胞一旁,形态很象新月。

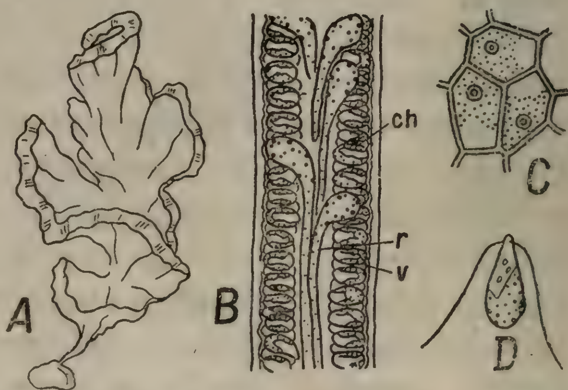
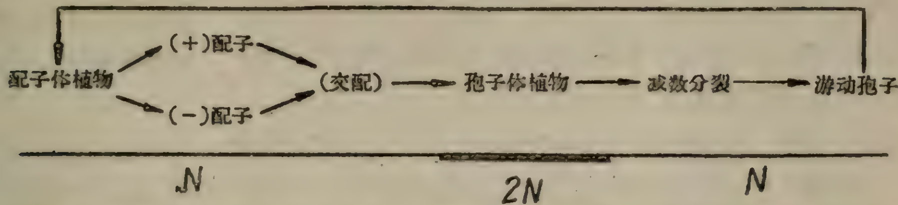


图 18. 石蒓: *A*. 植物体的外形; *B*. 叶片体的切面,表示中部的假根及旁边的栅栏状細胞; *C*. 細胞构造; *D*. 游动孢子。*ch*. 叶綠体; *r*. 假根; *v*. 栅栏状細胞。(*C*. 临青島标本, *A*. *B*. *D*. 临 Fritsch)

繁殖方法 (1)无性繁殖 石蒓有3种不同的无性繁殖: (a)由假根发芽,分化成为

新植物。(b)配子不經交配,直接发育新植物。(c)从游动孢子发育新植物。游动孢子梨形,前端有4根纤毛,生于顶端及其近旁。全体的下半部分有濃厚的細胞質。有叶綠体及眼点各1枚(图18. *D*)。游动孢子囊先从叶片的边緣細胞发生,而漸及中央。(2)有性繁殖　配子的形状略似游动孢子,下圓而上尖长。上端的两側各生有1根纤毛。眼点凸出,生于細胞基部之旁。配子无

石蒓生活史图表



大、小的分别,是同形的。交配是側面交配。先成4根纤毛,形状象游动孢子的細胞。不久变圓,纤毛收縮,成了接合子。萌发时,接合子不經減数分裂,而直接发育1个孢子体(2*N*)的新植物。石蒓植物体的外表,虽无不同,实則有孢子植物体(2*N*)和配子植物体(*N*)的分别。其孢子植物体产生游动孢子,由此发育配子体植物。配子由配子体植物产生,配子交配后,直接发育孢子体的新植物。

生长环境　此藻生长在海水中,附着岩石上,我国沿海各省从山东直到广东,象青島、烟台、定海、厦門、香港都有产生。厦門人民用作猪的飼料。它生长的季节是限于春、夏之交,到了夏、秋就少見了。

环藻属(*Sphaeroplea*)

构造　此藻的植物体成管状綫体,漂浮不定。全体生横隔的壁,把1条綫形的管状体横断成多节。横隔壁的中央有时有孔,細胞質可以由此通过。　細胞构造　細胞长筒形,叶綠体多个,每个成1环形。每个叶綠体之上,有淀粉核多枚。每1环形的叶綠体內,有1,2枚細胞核。因此,每节中含多枚細胞核。如果認为1节是1枚单独的細胞,那么,此藻有多核現象(图19. *A*)。

繁殖方法　环藻至今所发現的,仅仅有性繁殖,而沒有无性繁殖,現在叙述如下:此藻是大、小配子异宗的植物,且是异形配子。

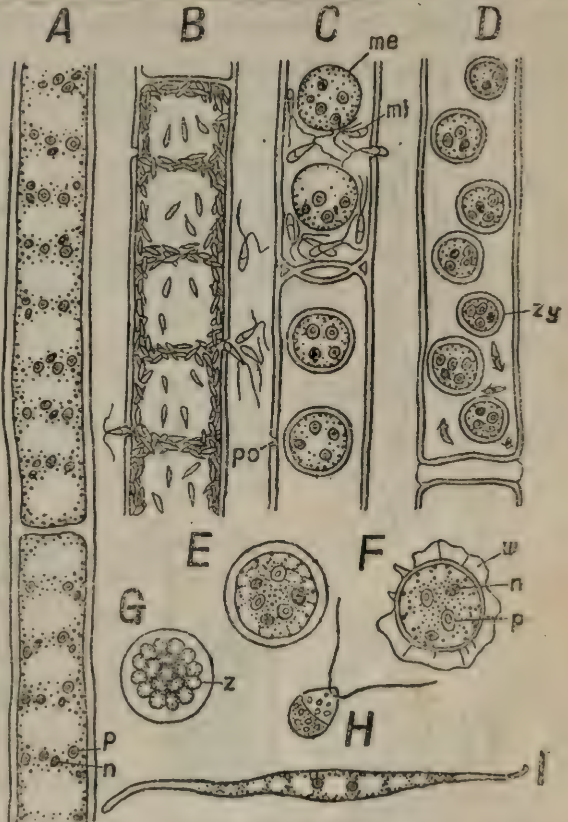


图19. 环藻: *A*. 植物体的一段; *B*. 雄配子植物; *C*. *D*. 雌配子植物; *E*—*F*. 接合子; *G*. 合子萌发; *H*. 游动孢子; *I*. 孢子萌发成幼苗。*me*. 雌配子; *mi*. 雄配子; *n*. 細胞核; *p*. 淀粉核; *po*. 配子囊孔; *w*. 合子壳; *z*. 游动孢子; *zy*. 合子。(*A*. 仿 Fritsch. *B*—*I*. 仿 Coulter 重繪)

雌配子圓形，不能游动。发育时，1节細胞中的細胞質，分化成为多个雌配子，每个有1枚細胞核，雌配子的組成，并不經过减数分裂。雌配子成熟时，雌配子囊壁开1小孔，以等待雄配子进入。雄配子发育的步驟和雌配子相似，仅仅形状不同而已。雄配子极为纖小，前端尖細，而后端稍圓，全体尖狹，前端有2根纖毛。成熟后，雄配子囊壁，也开1孔，配子由此外出，游泳到雌配子囊，入內，与雌配子交配(图19. *B*—*D*)。接合子的壁起初很薄，且极光滑。久之加厚，呈紅磚色(图19. *E*, *F*)。萌发时，經减数分裂，而产生具有2根纖毛的梨形游动孢子4或多枚。游泳停止后，向两端延长(图19. *G*—*I*)。不久，中部横生1壁，便成为两节，由此不断延长及分隔，就成了1个新植物。环藻也有雌、雄配子同体的。

生长环境 生于淡水池沼中，或周期性的水浸地区。南京北极閣山下附近溪渠中，曾有发現。

剛毛藻目(CLADOPHORALES)

本目特征 这1目植物的植物体是分枝或不分枝的綫体。細胞筒形，有細胞核2到多枚。叶綠体形状复杂。配子通常同形，具2根纖毛。游动孢子通常具4根纖毛。产生于淡水及海水中。

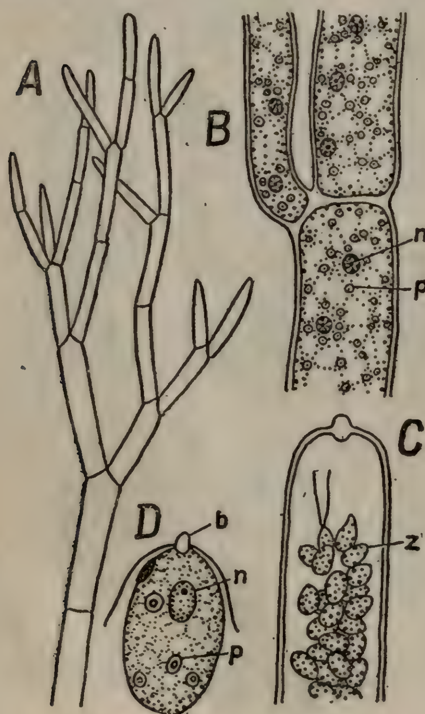


图20. 剛毛藻：*A*. 植物体的一部分，表示分枝的状态；*B*. 細胞的一部分放大；*C*. 游动孢子囊；*D*. 配子。*b*. 尖嘴；*n*. 細胞核；*p*. 淀粉核；*z*. 游动孢子。(*A*. 临采自望城崗的实物，余临 Coulter)

剛毛藻属(*Cladophora*)

构造 剛毛藻又称为盐藻，植物体成綫形，分枝很多(图20. *A*)。分枝之处，每在細胞的上半部分。有附着細胞及假根，假根又常常分枝。生长在較寒冷地方的剛毛藻(如北京等地)，当严冬时，其营养部分枯死，而假根留居土中，次春新枝常由此而发生。 细胞构造 細胞长筒形，細胞壁通常有內、中、外3层。有人說它的外层是几丁素，中层是纖維素，而內层是膠質。幼植物的細胞中，有1枚网状的叶綠体。細胞漸老，叶綠体随之而破裂，成多个盘形的。每个含有1枚淀粉核，或不含淀粉核(图20. *B*)。当叶綠体分裂时，細胞核也随之分裂，成为多个，混居在叶綠体之間。細胞的生长，限于頂端細胞。

繁殖方法 (1)无性繁殖 剛毛藻的无性繁殖，有几种不同的方法：(a)假根发育成薄壁組織状的平展体，由此可以发育新植物。(b)假根也可发育分叉的短枝，枝內滿貯食料，外壁分泌石灰質包圍和保护着，由此也可以发生新枝。(c)枝端的細胞，发育成为梨形厚垣孢子。(d)发育游动孢子。游动孢子梨形，前端生纖毛4根或2根。如果是2根的，則又有长短相等或不等的分別。細胞前

端有1枚鏡形眼点。細胞核也在細胞的前半部。后半部則有几枚叶綠体及淀粉核。游动孢子发育之初，其小枝的末节分化成为游动孢子囊(图20.*C*)。囊中,細胞核分裂特盛。細胞質分为无数小块,每1枚細胞核及淀粉核,漸被細胞質所包圍,成为1小团,就分化成1个游动孢子。游动孢子萌发时,先分化成2枚細胞。1枚向上生長,成营养枝干。另1枚横行生長,成为附着部分及假根。 (2)有性繁殖 由配子囊中,产生同形配子。配子長圓形，前端有喙狀凸起。2根纖毛，生于凸起之旁。眼点1枚，細胞核1枚及淀粉核几枚(图20.*D*)。配子接合后,不經减数分裂而直接发育1棵新植物。

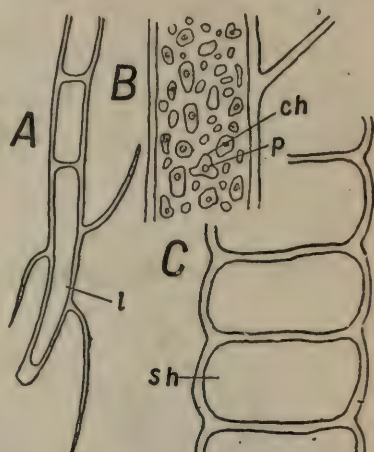
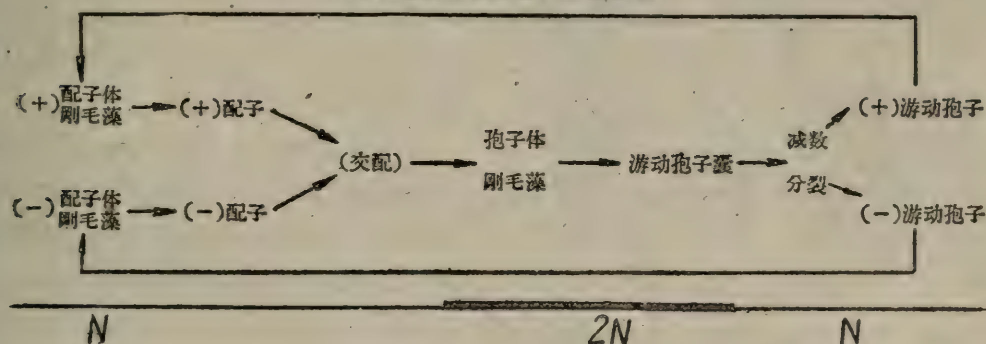


图21. 硬毛藻：*A*. 植物体的下部分；*B*. 細胞构造；*C*. 短細胞。*ch*. 叶綠体；*p*. 淀粉核；*sh*. 短細胞；*l*. 附着細胞。(仿Fritsch)

世代交替 剛毛藻植物体的外表虽无差别，而实则分为孢子体和配子体两种。其孢子体(2*N*)发生游动孢子时,先行减数分裂。由孢子所发育的配子植物体(*N*)，又有正(+)負(−)之别。正(+)植物体产生的配子，必須遇着負(−)植物体的配子才能交配。所以配子的外形虽同,而其性質有区别,且有异宗交配的現象。現在將其生活史列表如后:

生長环境 剛毛藻产生地域极广，海水、溪水中都能生長。常附在岸旁木桩、岩石或附生在螺螄及烏龟的壳上,有長到1米多的,我国南北及沿海各地都普遍生長。

剛毛藻生活史及世代交替图表



硬毛藻属(*Chaetomorpha*)

构造 全体是不分枝的綫体,分附着及营养2部分。 细胞构造 細胞分長、短2种，長的成長筒形,有細胞核多枚。短的短筒形。叶綠体常分裂成为小粒(图21.*A*—*C*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 产生游动孢子，和剛毛藻相仿佛。(2)有性繁殖 产生具有2根纖毛的同形配子。配子交配后,經过几天,然后萌发。此藻和剛毛藻相似，也有孢子及配子2种植物体。

生長环境 产于海水中,在我国海南島有发現。

胶毛藻目(CHAETOPHORALES)

本目特征 植物体成綫状,分上、下2部分,上部分直立,下部分匍匐,且常分化成假薄壁組織的盘状平展体。此目中有多属,具各种不同形式的刺毛,刺毛是細胞延長或是細胞壁向外凸出而成,但有些也沒有毛。配子通常同形。生長环境,多属淡水。

毛枝藻属(*Stigeoclonium*)

构造 全体分直立和匍匐2部分。直立部分成綫形,分主枝和側枝。側枝梢末的几枚細胞,常常逐漸延長,成为刺毛(图22. *A*—*B*),所以从1根毛的外表看,好象是多細胞的。綫体有胶质圍着,胶极稀薄,寻常不易看見。下部分是假薄壁細胞的平展体。此藻生理反应很敏捷,如果周圍水中的滲透压力增加,或加以少量毒质,則其細胞即迅速互相脫离,由綫形而成不定群体的状态。 **細胞构造** 細胞中含細胞核、叶綠体各1枚。叶綠体成带形,横繞在細胞中。主枝的細胞比較長大,叶綠体在中間,淀粉核几枚,附生其上。側枝細胞短小,全部被叶綠体所充滿,叶綠体上只有1枚淀粉核(图22. *C*)。

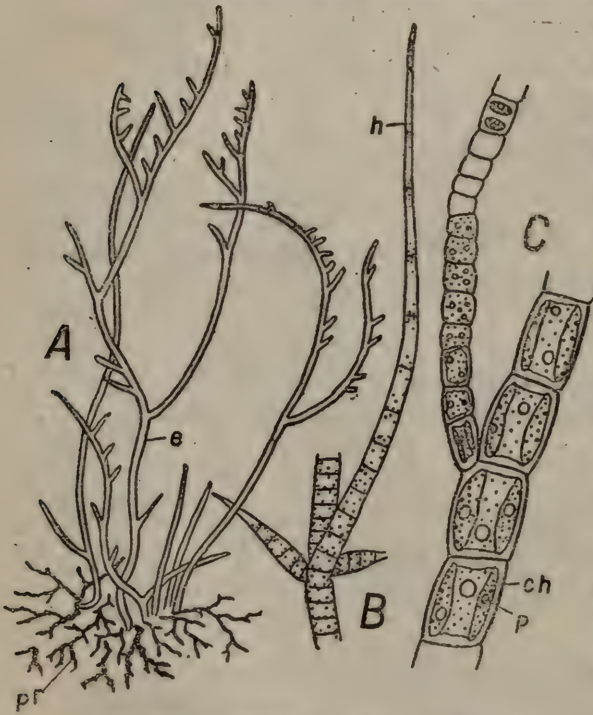


图22. 毛枝藻:*A*.整体略图;*B*.毛;*C*.細胞构造。*ch*.叶綠体;*e*.直立部分;*h*.毛;*p*.淀粉核;*pr*.匍匐部分。(仿 Fritsch)

繁殖方法 (1)无性繁殖 行无性繁殖时,产生游动孢子。游动孢子有大、小之分。大的具纤毛4根,且可成为变形虫状的細胞,然后发育綫状体。通常游动孢子囊仅产生1个孢子。游泳停止时,以前端粘附他物,然后发生向上直立的枝子,及下部假薄壁細胞状的平展基部。 (2)有性繁殖 产生具有2根纤毛的同形配子,但具4根纤毛的也有。配子从异体产生的,可以交配。接合子形圓而光滑。萌发时,先成游动孢子。

生長环境 生長于淡水中,常附着在木石及其他水生植物上。

胶毛藻属(*Chaetophora*)

构造 胶毛藻的植物体是分枝的綫形体。通常丛枝密生,成半圓球形,但也有不成球形的

(图 23. *A*)。成球形的，基部有平展体，体上密生枝条，向外生长(图 23. *B*)成为球形。每 1 枝条有粗糙的胶质圍繞着。也有几枝合成 1 束的。全体的枝部帶吸收石灰質，因此很感覺粗硬。细胞构造　細胞有大、小之分，略作鼓形，因筒形細胞的周壁向外膨脹的緣故。大細胞中有横繞的带形叶綠体，带在細胞中部，而寬度不及細胞的长度，因此每枚細胞的中部颜色是綠的，而两端透明。叶綠体上，附生几枚淀粉核。旁枝的細胞較小而短，其周壁的膨脹不很显著。除枝的末端几枚細胞，逐漸延长成 1 多細胞的毛而外，其余的都含有 1 枚带形叶綠体，且充滿全細胞中。叶綠体上有 1 枚淀粉核(图 23. *C*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　每 1 枚細胞可产生 1 枚 4 根纤毛的游动孢子或厚垣孢子(图 23. *D*)。(2)有性繁殖　产生 2 根纤毛的同形配子。

生长环境　附着在水生植物上，昆明翠湖及蓮花池中，常有发現。

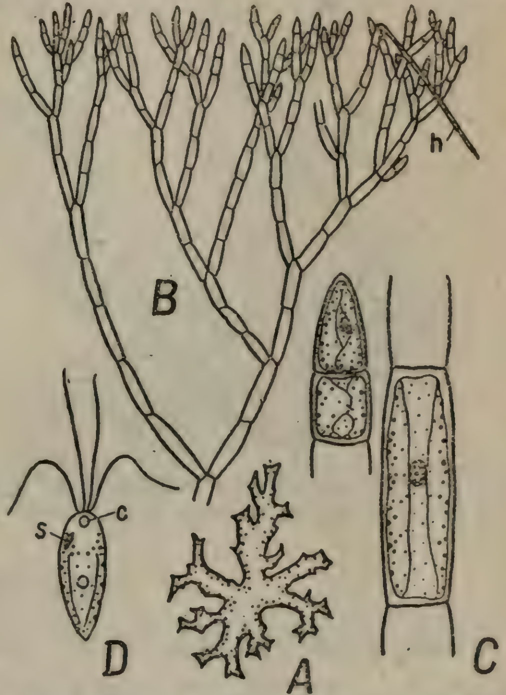


图 23. 胶毛藻：*A*. 植物体；*B*. 放大的一部分植物体；*C*. 細胞构造；*D*. 游动孢子。*c*. 收縮泡；*h*. 刺毛；*s*. 眼点。(*A.B.D.*临 Fritsch 重繪，*C*. 临采自望城园的实物)

竹枝藻属(*Draparnaldia*)

构造　竹枝藻肉眼能够看見。植物体也成綫形，分直生与匍匐 2 部分。直生部分又分主枝及旁枝。旁枝分枝繁密，小枝丛生成束，枝端細胞延长成无色透明的刺。匍匐部分，通常不很发达(图 24. *A*)。细胞构造　主枝的細胞成鼓形，有 1 枚横生的带形叶綠体，围于周侧。带的边缘，凹凸不齐，呈犬齿状。淀粉核几枚，生于其上。带的闊度不及細胞的长度，且在中間，因此，細胞的两端沒有綠色。旁枝的細胞較短，通常成扁筒形，叶綠体充滿全細胞中(图 24. *B*)。无論主枝或旁枝，均有果胶性的胶質包圍和保护着。

繁殖方法　(1)无性繁殖　由旁枝的細胞分化成为游动孢子囊。每 1 孢子囊中，通常产生 1 枚 4 根纤毛的孢子，也偶有产生 2 到 4 枚的。孢子梨形，有 2 个收縮泡、1 枚眼点、叶綠体及細胞核各 1 枚，1 到 2 枚淀粉核(图 24. *C, D*)。成熟后，游泳于水中，几分鐘后，就将前端向下，粘附于他物，后端向上延长，由 1 枚細胞横断分裂，成上、下 2 枚細胞。在下面的是基部細胞，日后分化成为匍匐部分，在上面的延长，成 1 長刺，再由此分化，成为营养部分。(2)有性繁殖　配子囊由旁枝的細胞分化而成。配子也具有纤毛 4 根，出囊后游泳水中，不久，成为变形虫状。2 配子相遇而交配，成为接合子。接合子如何萌发，尙无定論。有人說发生 2 到 4 个幼苗的，大概是直接发育成新植物体(图 24. *E—H*)。

生长环境　多半产生在泉水或清凉的流水中。昆明的翠湖、蓮花池，南京和北京等地，都有产生。

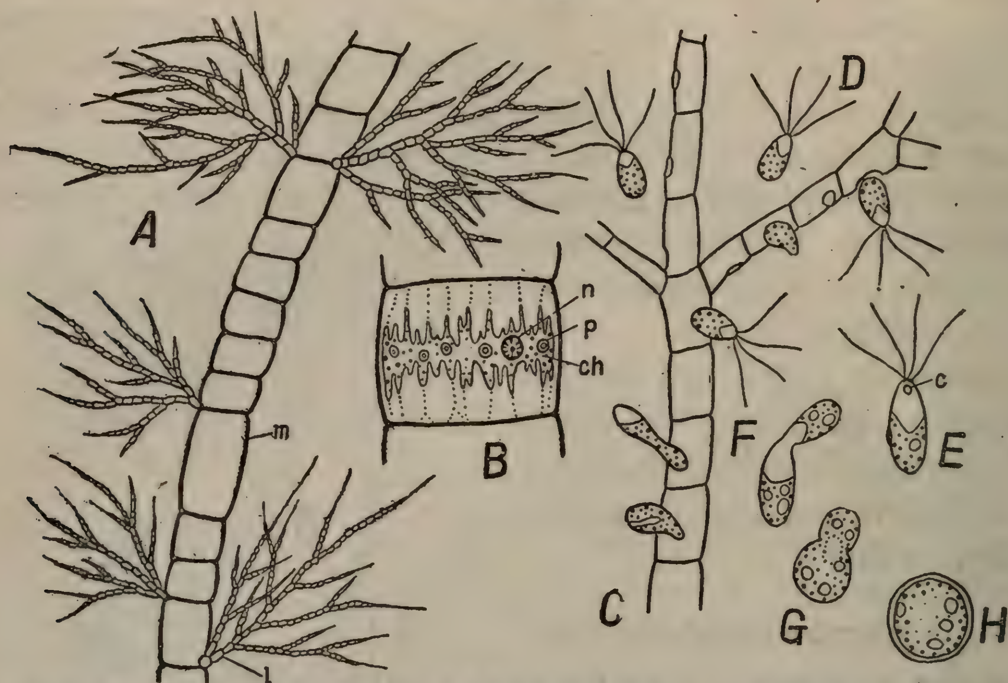


图 24. 竹枝藻: *A*. 植物体的一部分,表示主枝及旁枝; *B*. 細胞构造,表示叶綠体; *C—D*. 游动孢子的发生; *E*. 配子; *F—G*. 交配; *H*. 合子。*c*. 收縮泡; *ch*. 叶綠体; *l*. 側枝; *m*. 主枝; *n*. 細胞核; *p*. 淀粉核。(*A*.*B*. 采自望城崗, *C—H*. 临 Fritsch)

鞘毛藻属(*Coleochaete*)

构造 植物体有 2 种不同的构造, 1 种是盘状的, 另 1 种是綫形而成放射状的半球形。現在分述如下: (一)綫形鞘毛藻 全部成綫形的枝条,各枝由同一基部, 向外放射生长 (图 25. *A*),丛生成 1 球,枝条的外面有胶質层包圍和保护着。全部外形, 仿佛象 1 个刺猬, 不过周身有胶而已。 (二)盘状鞘毛藻 枝条自一点向四周平展生长, 密集成 1 盘状的平面体的构造。这种构造通常是 1 层細胞构成的, 但也有 2, 3 层細胞构成的(图 25. *F*)。 細胞构造 細胞中含 1 枚側生的細胞核, 1 枚叶綠体,其形状极不規則。 1, 2 枚淀粉核,生于叶綠体上。每 1 枚細胞生长 1 根刺毛(图 25. *G*)。刺毛的构造很别致。每根刺毛的下半部, 外面圍着 1 个鞘。鞘的基部凸入細胞的內部,形状象 1 个小球一样。

繁殖方法 (一)綫形鞘毛藻 (1)无性繁殖 凡属营养細胞,都能产生游动孢子。游动孢子球形而略长。前端延长成頸状細管,管端生 2 根纤毛,細胞中有 1 枚叶綠体, 側生在一旁。但沒有眼点(图 25. *B*)。游动孢子靜止后,就横裂为 2 枚細胞。通常在上面的分化成毛,在下面的发育成营养体。 (2)有性繁殖 雌配子囊是枝端的細胞分化而成。基部广闊,上部細长,形状很象1 个长頸花瓶(图 25. *A*)。在基部有 1 枚細胞核, 1 到 2 枚叶綠体,頸管中充滿无色透明的細胞質。雌配子囊长成时,其基部的 1 枚細胞,先向旁边斜生 1 新枝。不久,此新枝和老枝长成一直綫,因此,就將雌配子囊原来頂端向上的位置挤成斜生在枝子的一旁。雌配子成熟时,雌配子囊长頸的尖端自行破裂,細胞質便流溢到外面。下部分的原生質体膨大成圓球形,成为雌配子。雄配子囊

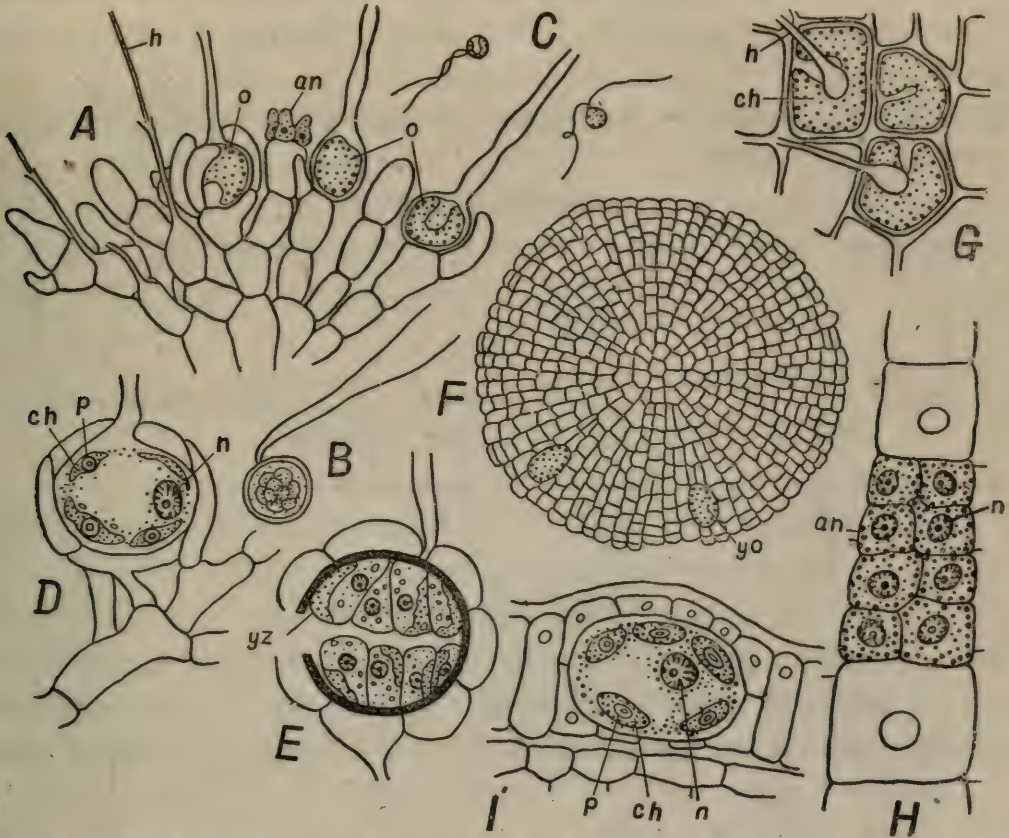


图 25. *A*.綫形鞘毛藻; *B*.游动孢子; *C*.配子; *D*.合子,表示其薄壁組織的外鞘; *E*.合子萌发; *F*.盘状鞘毛藻; *G*.細胞构造; *H*.雄配子囊; *I*.雌配子囊。*an*.雄配子囊; *ch*.叶綠体; *h*.刺毛; *n*.細胞核; *o*.*yo*.雌配子囊; *p*.淀粉核; *yz*.幼游动孢子。(*A*.*D*.*G*.临 Fritsch, *B*.*C*.*E*.*F*.*H*.临 Coulter)

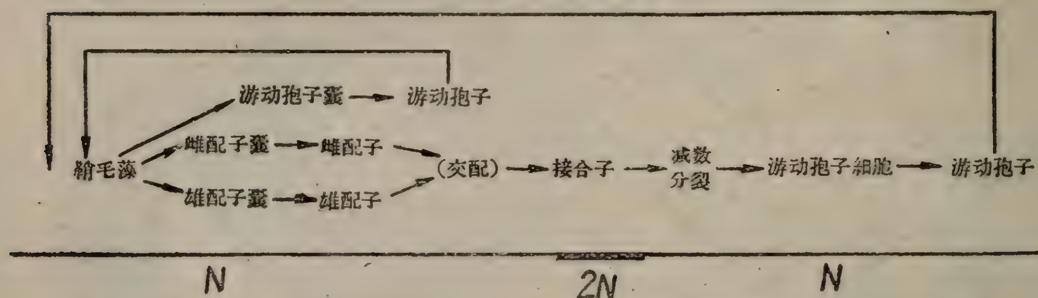
从生于枝端,或生在雌配子囊的基部附近。其形尖小,囊內产生1枚雄配子。雄配子圓形或卵形,有2根极長的纤毛(图25.*C*)。雄配子成熟时,雄配子囊尖端破裂。 交配 雌、雄配子交配于雌配子囊中。交配后,雌配子囊頸部发生1横隔膜。胞的基部逐漸膨大。在胞周圍的細胞,就圍繞配子囊而生长。因各圍繞細胞互相穿插,就成了1层假薄壁組織的外层(图25.*D*)。这就是从前有些学者未經仔細观察而誤認为孢子体的部分。此圍繞的組織,变为紅色或紅褐色。以后,其細胞自行破裂,殘破的細胞壁仍粘貼于雌配子囊之外,使其壁成为双层的。 萌发 接合子过冬后,次春天气和暖,就行萌发,萌发之先,漸变綠色,再行減数及間接分裂。結果成为32枚細胞(图25.*E*)。每1枚細胞产生1个游动孢子,各长成1个新植物体。 (二)盘状鞘毛藻 此藻的无性繁殖及有性繁殖,和綫形种类都相类似,也是用游动孢子及配子来繁殖。其所不同的,仅孢子囊及配子囊生长部位不同而已。玆略述其有性繁殖法如下;雌配子囊发生于边緣細胞中。不久,被邻近細胞所包圍(图25.*I*)。雄配子囊由普通营养細胞分裂而成。每1枚营养細胞分成4枚細胞,这就是雄配子囊(图25.*H*)。每囊产生1枚配子。 接合子 雌雄配子交配后成为接合子。接合子被褐色的厚壁所包裹。据阿尔脫孟[Oltmann 1923]的意見。这个褐色的厚壁,一半是由雌配子囊的壁,一半是由包圍細胞的內壁所組合而成的。而柯脫[Coulter 等 1930]誤認为,包圍

在接合子壁外的細胞是孢子体。因为当时的研究不深，沒有精确的报告可以依据。这是学习的人不可不注意的。

据研究者报告，这两种鞘毛藻的接合子，在萌发时分裂。所以无論綫状或盘状鞘毛藻的植物体，都是配子体。

生长环境　生于淡水池沼中。

鞘毛藻的生活史图表



联球藻属(*Pleurococcus*)

构造　联球藻属旧名原球藻属(*Protococcus*)，这属植物是单細胞的植物体。陆生时，各細胞密接靠挤。且細胞分裂时，老細胞壁一时不易毁坏，因此各細胞相連，成1个片状的假群体。水生的，細胞延长，連續不断，长成分枝的綫状体(图26. *A*—*E*)。　細胞构造　細胞圓形，但因彼此

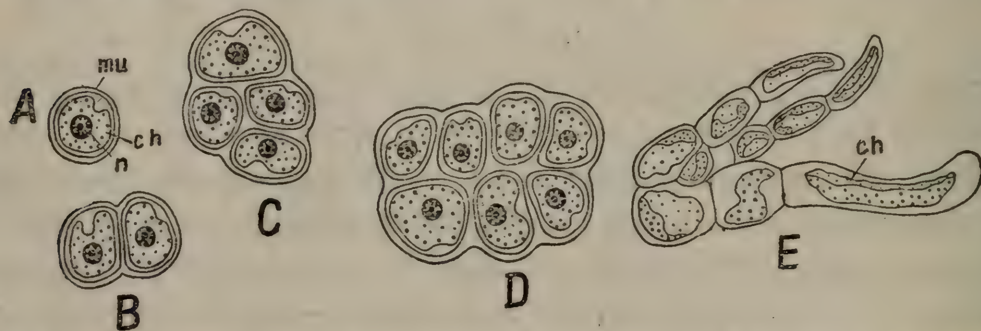


图26. 联球藻：*A*. 构造图，表示叶綠体、細胞壁、胶质层等；*B*—*D*. 假群体；*E*. 細胞延长的状态。*ch*. 叶綠体；*mu*. 胶质层；*n*. 細胞核。(*A*—*D*. 临 Coulter, *E*. 临 Fritsch)

密接，以致外形往往不很規則。細胞內含1枚細胞核、1枚叶綠体，且分叉，通常无淀粉核。細胞壁外有胶质。

繁殖方法　联球藻的繁殖是很簡单的。其种类的繁衍，专靠細胞分裂而已。

生长环境　生长在阴湿砖石及老树背阳光的枝干上。南京城內路旁的法国梧桐树皮上，盛产这属藻类。

小球藻属(*Chlorella*)

构造　是单細胞的藻类，細胞圓球形。有1枚环状叶綠体，淀粉核因种的不同或有或无。1枚

細胞核。

繁殖方法　仅发現此藻行无性繁殖，而沒有有性繁殖。无性繁殖时，在营养不够的情况下，是由1枚細胞对分成2半个。如果养料充足，則老細胞中发生很多新个体。每1个体分化成1枚新細胞。此藻分生很快，每年每亩田中可产6,000市斤。

生长环境　小球藻生长在淡水池沼沟渠中，从热带到温带都有。它所含的蛋白質、脂肪、維生素等很丰富，可作为人类的食粮及牲畜的飼料，同时它的繁殖力很强，生长很快，可以大量产生。因此，很有經济价值。現在各国科学工作者都在培养和利用它。

鞘藻目(OEDOGONIALES)

本目特征　这1目植物的植物体都是分枝或不分枝的綫状体。游动孢子具纤毛很多。雌配子成卵形。营养細胞的分裂限于細胞的一部分，且分裂时，老細胞壁先被溶解1圈，就上下脫离，然后在內部发生新壁。这1目植物通常生在淡水中，很少生在陆地上。

鞘藻属(*Oedogonium*)

构造　鞘藻的植物体是不分枝的綫条。通常基部有1枚附着細胞，可以粘附他物(图27. *A*)，也有漂浮无定的。全体分为多节，每节是1枚細胞。　细胞构造　細胞筒形，上部略膨大。有1枚大而明显的細胞核。叶綠体成网状，含淀粉核很多。細胞壁很薄，分泌胶質层包圍和保护着。特殊的細胞分裂　此藻細胞分裂，非常别致。分裂时，老細胞壁自行溶解1圈，細胞被横断成2半个。因为內部原生質体的伸长，将上半个細胞壁推向前进，而一部分的細胞質膜就裸露于外，和外界接触。同时，細胞核也分为2个，1个居于上，1个居于下。其后，新細胞膜发生于2核之間。不久，此裸露的細胞質膜及新生的横隔膜，都分泌纤維素，新細胞壁就組成了。于是1枚老細胞，就分化成为2枚新細胞(图27. *C*—*H*)。

繁殖方法　鞘藻的繁殖法也分有性及无性2种，兹分述如次：(1)无性繁殖　由普通营养細胞分化成游动孢子囊。囊中产生1枚游动孢子。孢子圓形，或成梨形，深綠色，有1枚紅色眼点，前端生1团纤毛而露其頂，同旧时代孩童将头剃光，而于頂下留1圈短发，叫做"刘海圈"的，很相类似(图27. *I*—*L*)。游动孢子外面，初有薄膜包圍，游动孢子成熟时，薄膜膨胀，使孢子囊由其預先发生的横裂处，自行裂开。游动孢子出外后，薄膜随即消失，就自由游泳水中。最后前端附着于他物，纤毛也同时粘附該物上，后端向外延长，行細胞核分裂，中部发生1横断的細胞壁，就成2枚新細胞。上細胞成为营养細胞，如此繼續不断地分裂，就成了多細胞的綫条。下細胞沒有叶綠体，并不分裂，永远是1个单細胞，它就是附着細胞。[1]　(2)有性繁殖　此藻有大种及矮种之别。有性繁殖的方法，也因种类的不同而有差别。兹并列于后：大种鞘藻的有性繁殖　大种

[1] 笔者于1936年，在北京师范大学时，曾采得此藻，經培养后，发生游动孢子很多。萌芽时，纤毛先行收縮，然后細胞的一部分延长成假根状。这和記载上略有不同，附記于此，以供参考。

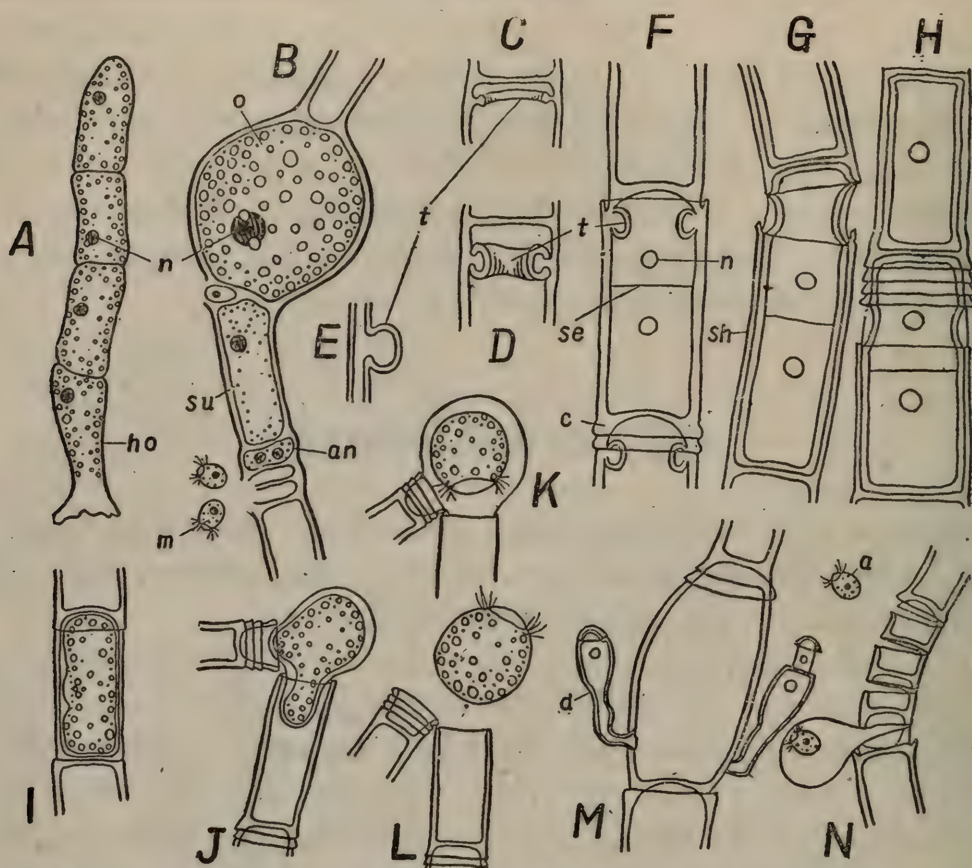


图 27. 鞘藻: *A*. 幼小植物体; *B*. 大种的有性繁殖; *C—H*. 特殊的細胞分裂; *I—L*. 大种的无性繁殖所产生的游动孢子; *M—N*. 矮种的有性繁殖。*a*. 雄孢子; *an*. 雄孢子囊; *c*. 帽盖細胞; *d*. 矮雄; *ho*. 附着細胞; *m*. 雄配子; *n*. 細胞核; *o*. 油点; *se*. 細胞隔壁; *sh*. 鞘; *su*. 支持細胞; *t*. 圈。(*A*. *B*. *I—L*. 临 Coulter, *C—H*. *M—N*. 临 Fritsch)

鞘藻普通又分同宗与异宗 2 种。同宗的,雌、雄配子产生自同一植物。其雌配子囊是 1 个特別膨大而成圓形的細胞。而雄配子囊(原名精子器)的外形和普通細胞相似,所不同的,只是特别扁短而已。雌配子囊中,产生圓而大的配子 1 枚。成熟时,囊壁上开 1 小孔,或裂 1 横縫。雄配子囊中,发生雄配子 2 枚(图 27. *B*)。雄配子具游动孢子的形状,而体积較为微小。它們自雌配子囊壁的孔中入內,和雌的交配,成为接合子。接合子发生紅色厚壁,6 个月后始萌发。萌发时,先行减数分裂(原生質体也有先溜出厚壳之外然后分裂的),分化成为 4 块,每块成 1 枚游动孢子。如果雌、雄配子是异宗的,那么,其接合子所产生的游动孢子,半数发育成专生雄配子的植物,其余半数发育成专生雌配子的植物。接合子当萌发之时,也有先产生 4 枚靜孢子,然后由此分化成游动孢子的。 矮种鞘藻的有性繁殖 矮种鞘藻雌配子囊分化的情形和大种的并无不同,但雄配子囊是很别致的。其发生之时,先由营养細胞分化成 1 个雄孢子囊,此囊和普通雄配子囊的外形完全相似,但只有 1 枚細胞核,且仅产生 1 个雄孢子。雄孢子形似普通的游动孢子,惟颜色較黄,而体积較小。雄孢子游泳到雌配子囊而粘附着(各种都有一定的粘附地方,或在雌配子囊上,或在其下的 1 枚細胞上)。雄孢子用普通游动孢子发生新植物所經历的那些步驟,发生 1 个小型

的新植物，叫做矮雄。矮雄有1枚附着細胞，上生1綫体，称为雄配子囊綫体。此綫体依照鞘藻种类的不同，而有分节和不分节的分别。每节是1枚細胞，产生1枚雄配子。雄配子的形体，和大种的相同(图27. *M*, *N*)。

生长环境　通常生于静水中，我国南北各地，都有发現。但矮种的好象不很普遍，据説上海附近有。

毛鞘藻属(*Bulbochaete*)

毛鞘藻除分枝外，其余各方面都和鞘藻相同。不过枝梢的1枚細胞的前端延長成刺，而基部膨大而已(图28. *A*, *B*)

生长环境　和鞘藻相同。

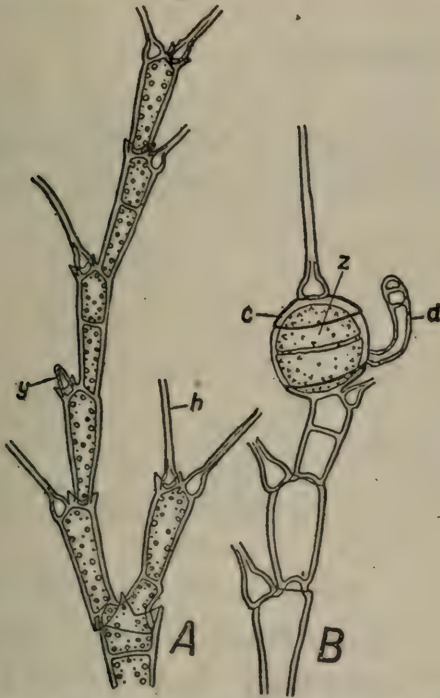


图28. 毛鞘藻：*A*. 植物体的一部分，表示营养細胞及毛；*B*. 有性繁殖，表示雌配子囊及矮雄。*c*. 帽盖細胞；*d*. 矮雄；*h*. 毛；*y*. 小刺；*z*. 接合子。(*A* 采自江西新建望城崗，*B*. 临 Fritsch)

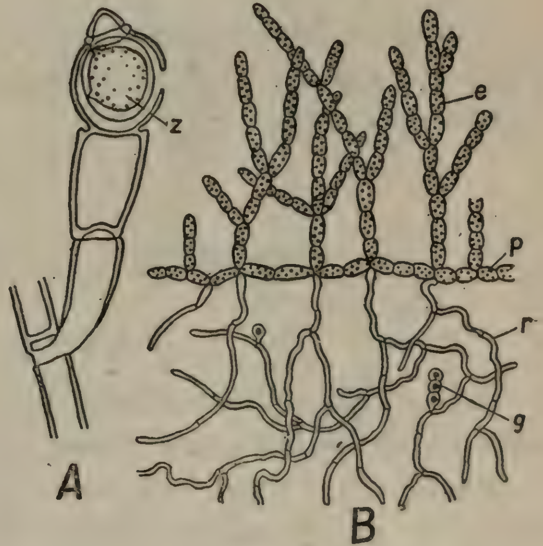


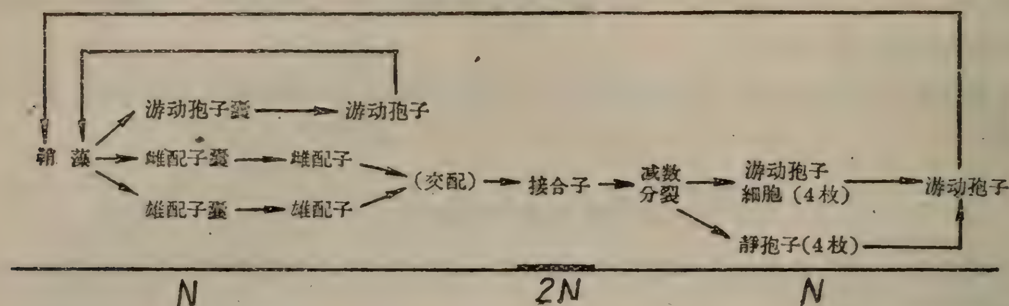
图29. 陆生鞘藻：*A*. 接合子；*B*. 营养体及假根等。*e*. 直立的营养部分；*g*. 芽孢；*p*. 匍匐体；*r*. 假根；*z*. 合子。(临 Fritsch)

陆生鞘藻属(*Oedocladium*)

构造　植物体可分为3部分。綫体而匍匐生长于地面的是匍匐枝。向下生长到土内的是假根。向上的是直立枝。3者之中，只有假根无色。繁殖方法及其他形态方面，一概和鞘藻相同(图29. *A*, *B*)。

生长环境　这属藻类生长在潮湿地区，而不生长在水中。

鞘藻生活史图表



接合藻目(CONJUGALES)

本目特征　本目植物具美丽而別致的叶綠体。細胞通常对称，且有規則。繁殖时2植物接合繁殖。配子无纖毛，变形虫状，不能自由游动，通常每1枚細胞的原生質体分化成为1个配子。本目藻类依照形态的不同，分为2个亚目。

眞接合藻亚目(EUCONJUGATAE)

柱胞藻属(*Cylindrocystis*)

构造　柱胞藻极为纖小，非用显微鏡不能看見。全体仅仅是1枚单細胞，長筒形。中部有1枚細胞核。每1个叶綠体上，含1个淀粉核。(图30. *A*, *B*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　先由細胞核分裂成为2个，同时各叶綠体及淀粉核也自行分裂，各成为2个。其后，2个細胞核各向細胞的一端移动。此时，各叶綠体都在1直綫上。細胞核漸由細胞中部移到2端，而終止于两新叶綠体的中間。当細胞核分裂时，老細胞中部发生1横隔壁。久之，成为細胞壁，便分为2枚細胞(图30. *A*—*D*)。　(2)有性繁殖　异性的柱胞藻相遇时，通常各分泌膠質，以便圍护。細胞的中部，相向凸出，成管形。它們互相連接，成为接合管(图30. *E*)。不久，管端的細胞壁消失，2細胞的原生質体就彼此通連，細胞核各移向管中。接合管旣通，就逐漸膨大。2細胞漸漸地变成了1个，不再有接合管的存在。細胞核交配后，老細胞壁內发生較厚的新壁，就成了接合子。接合子之內，含1枚(2*N*)的細胞核，及4个叶綠体(图30. *K*, *L*)。

生长环境　池沼及潮湿陆地，都可生长。

水綿属(*Spirogyra*)

构造　植物体成綫形的長管，分节，每节是1枚細胞，沒有附着細胞，鮮綠色。全体自由漂

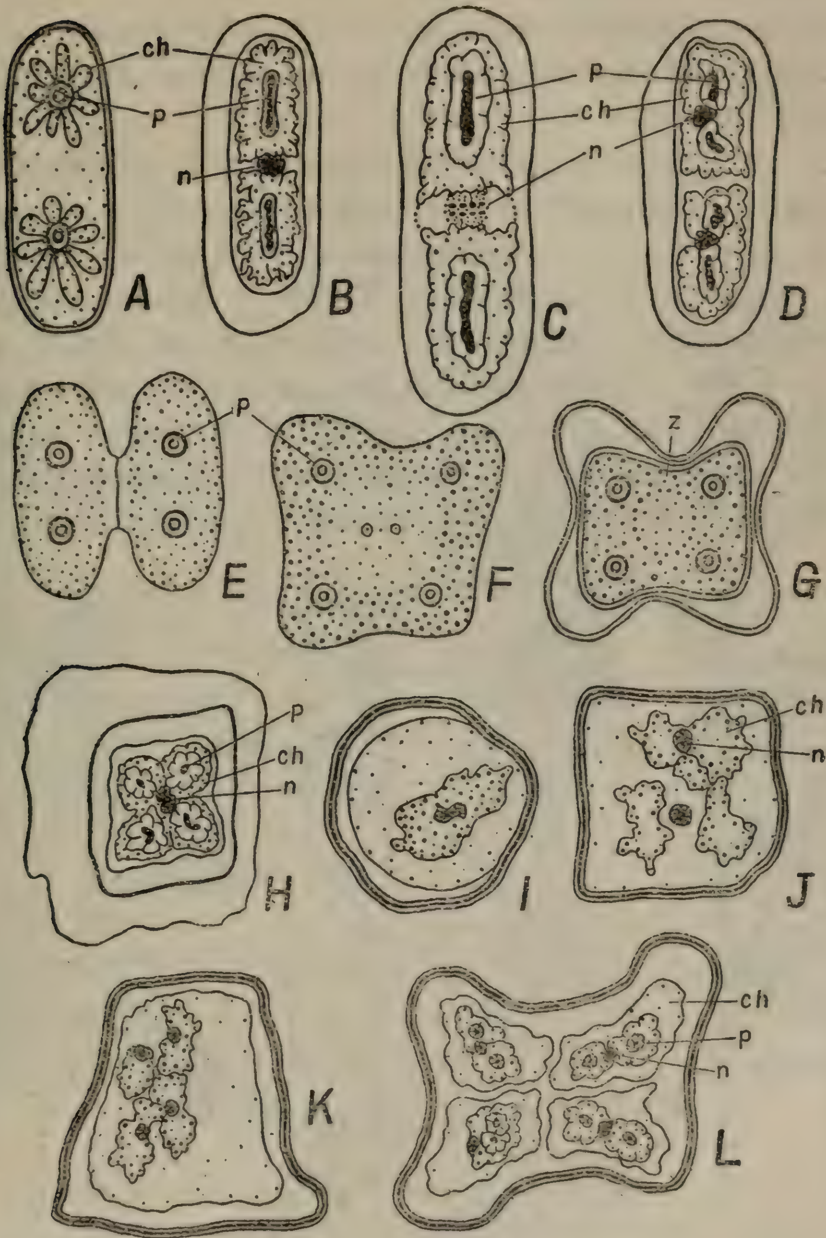


图 30. 柱胞藻：*A*—*D*. 无性繁殖；*E*—*G*. 有性繁殖；*H*—*L*. 接合子萌发。*ch*. 叶綠体；*n*. 細胞核；*p*. 淀粉核；*z*. 接合子。（仿 Fritsch 重繪）

浮,手指触着,頗覚滑潤。　細胞构造　长筒形,內含 1 枚細胞核,核在細胞中央,有細胞質絲通連着。細胞中部有 1 个大液泡,細胞質絲常常穿越液泡。叶綠体扁而长,带状,成单行或双行,由細胞的一端达到他端,自左而右作螺旋状的纏繞。叶綠体狹的,其边平直;闊的,边部呈鋸齿状;淀粉核多个附生其上。如果叶綠体是狹长的,那么,淀粉核从叶綠体的一端及于他端,排成单行的直綫,且位居带体的中部,各淀粉核的距离也有一定。如果叶綠体是闊带形的,那么,淀粉核散布其上,不成直行(图 31. *A*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　此藻的无性繁殖方法很別致。細胞脫节,卽另成新体。脫节的方法,各各不同,略写一、二,以供参考:(a) 2 細胞的横隔壁中間发生膠質,膠質吸水漸漸膨脹,原来連接的两細胞,就由此分离。(b)在 2 細胞的横隔壁中間,漸漸变成 H 形的片块,此片块很象高等植物的离层。当它老时,在它两端的細胞,都可脫离而分开。(c)細胞横隔壁中的中层,先行溶解成 1 圓圈。溶解部分逐漸扩大,及于全横隔壁。日后細胞的横壁断落,細胞便各自分离(图 31. *B*—*F*)。　(2)有性繁殖　水綿的有性繁殖是异性細胞相遇而行交配。通常 2 植物体相遇,其新分裂的細胞如遇异性的,則彼此相对,各发生接合管。其后,两管相接触,互相通連。交配时,1 枚細胞內的原生質体移到他細胞中。2 枚細胞核行交配,叶綠体纏繞于細胞核的外面,成 1 个长圓球。此后,圍繞于叶綠体的外周发生厚壁,就成了接合子。据研究报告。接合子的外壁可分

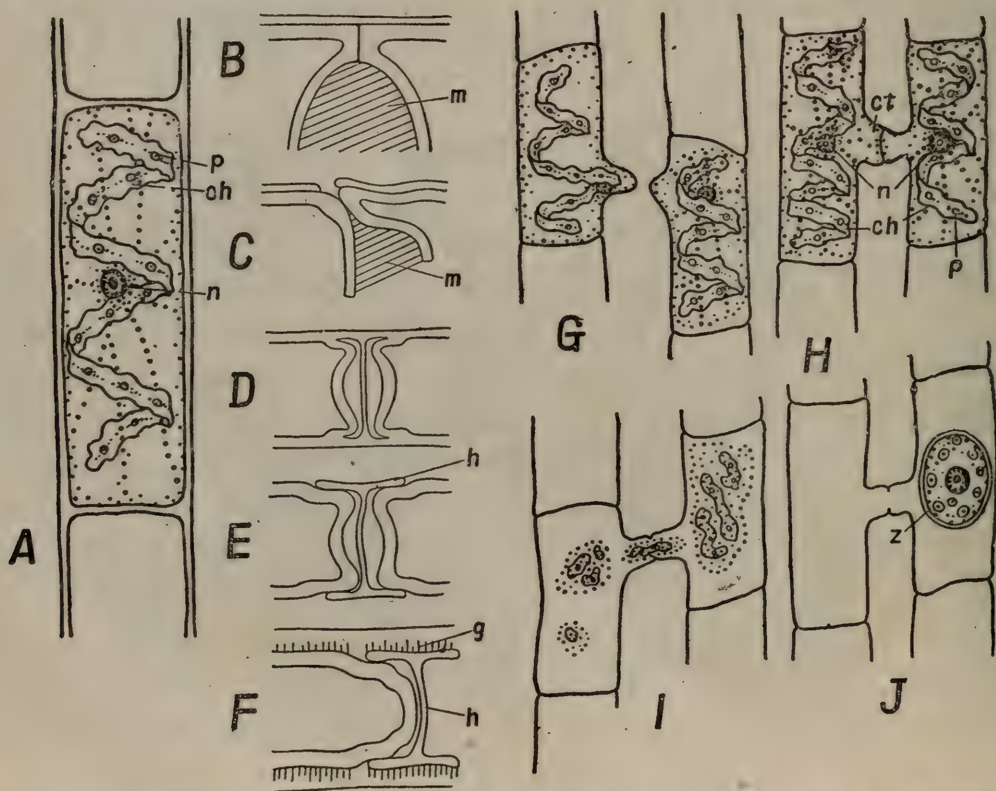


图 31. 水綿: *A*. 一部分的植物体; *B*—*F*. 无性繁殖; *G*—*J*. 有性繁殖。*ch*. 叶綠体; *ct*. 接合管; *g*. 膠化的細胞壁; *h*. H 形片块; *m*. 膠質; *n*. 細胞核; *p*. 淀粉核; *z*. 合子。(*B*—*F*. 仿 Fritsch, 余临 Coulter)

數层。最外的是角質层,在內的是纖維素层,通常具花紋状的突起。某几种水綿的接合子,壁的中层可以平均对裂成2个半球形。接合子紅色,內含脂肪很多,是淀粉轉化而成的。叶綠体除属于雄配子的之外,可久留于接合子內不变(图31.*G*—*J*)。 萌发 接合子休眠,經过不良环境后,原生質体开始活动,先吸收水分,并分泌酵素将脂肪分解。再从1枚(2*N*)的細胞核分裂成为4枚(*N*)的細胞核。其后3核退化,1核发达,接合子壁的內层向外膨脹,使孢子壁的中、外2层破裂,內层就向外伸长成管状。管內的构造,和水綿的1节相似。由此,繼續向前生长及横断分裂,成一条多細胞的綫状体,就成了1个新植物。

生长环境 水綿生于淡水的池沼中,分布非常广泛,几乎到处都有。

双星藻属(*Zygnema*)

构造 全体是不分枝的綫形絲条。分节,节不很长,每节是1枚細胞。全部細胞很一致,沒有特化的,全体自由漂浮水面。 細胞构造 細胞筒形,而不很长。內含1枚細胞核,居細胞中央。2枚叶綠体,分叉成星状,鮮綠色,分居細胞核的上下,而与核成1直綫,5,6枚淀粉核附生其上[①](32.*A*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 双星藻的无性繁殖就是普通細胞分裂,而无特殊的繁殖器官。細胞分裂时,叶綠体先起变化,各自分裂为2枚,然后細胞核也分裂成2个。細胞中部发生1层新壁,将1枚細胞横分成2枚,而同时将叶綠体和細胞核平均分隔于此新成的2細胞中。新細胞逐漸延长,細胞核和淀粉核也漸漸恢复原来的排列,就成了2个細胞。 (2)有性繁殖 和水綿相同,但偶有在接合管之中进行交配,而成接合孢子的(图32.*B*)。

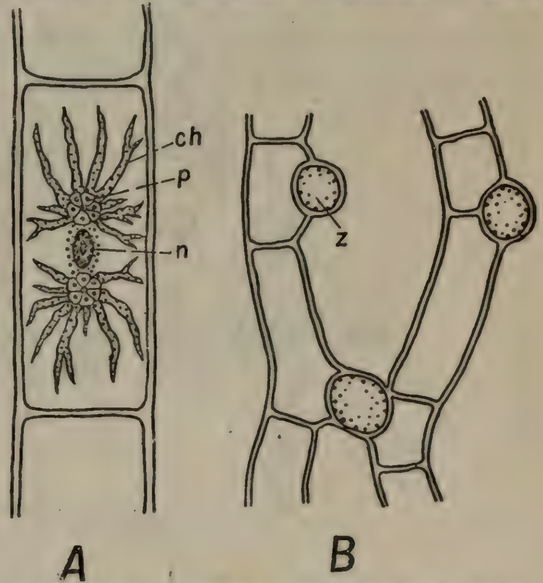


图32. 双星藻:*A*.植物体的一部分,表示营养細胞的构造;*B*.合子。*ch*.叶綠体; *n*.細胞核; *p*.淀粉核; *z*.合子。(臨 Fritsch)

生长环境 和水綿完全相同,且通常混合生长。

轉板藻属(*Mougeotia*)

构造 植物体綫形,无枝,分节。每节是1个細胞,細胞长筒形。每个細胞含1枚細胞核,1个叶綠体。核居細胞中部。叶綠体色淡綠而略带黃,形状特別,全体构造象1块平板,其长短寬狹和細胞內腔仿佛相等,最奇特的就是,此板每因日光强弱的关系而能作45°的旋轉。因为在日光强弱适中时,則板的全面向光。如果光綫过强时,則板自行旋轉,以一边向上,使其面部与光綫平行。淀粉核数枚附生其上(图33.*A*,*B*)。因为叶綠体形象平板,且能轉动,所以笔者把它叫做

① 据 C. J. Chamberlain 說,有多到9枚的。

"轉板"。

繁殖方法 (1)无性繁殖 即普通細胞分裂，并不发生特殊器官。(2)有性繁殖 和水綿及双星藻相同，行接合交配。但接合孢子，每形成于2个母植物之間。因为配子交配于接合管之中，所以，接合管膨大而成接合孢子(图33.*C*)。

生长环境 轉板藻生長在淡水池沼及水稻田中，分布很广，我国南北各地，自北京直到昆明，多有发現。

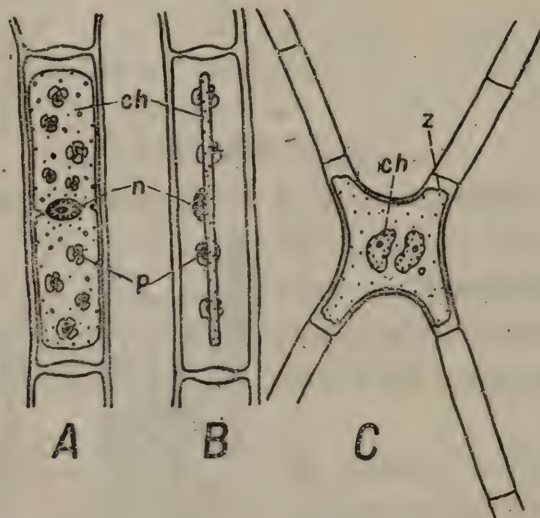


图33. 轉板藻：*A*.营养体的一部分；*B*.同*A*，侧面观，示叶綠体轉动后的样子；*C*.接合子。*ch*.叶綠体；*n*.細胞核；*p*.淀粉核；*z*.合子。(仿 Fritsch)

眞鼓藻亚目(DESMIDIOIDEAE)

本亚目特征 属于本亚目的植物，一概是单細胞，少有成群体的。除新月藻等极少数的种类之外，鼓藻的細胞可分为极相对称的两半个，每半个叫做"半細胞"。2个半細胞之間，常有收縮的部分，叫做"腰"。細胞核居腰的中部。叶綠体2枚，各分居于1个半細胞中。細胞壁上具很多小孔，排列整齐，成极規則的花紋，殊为美观。細胞之外，有膠質层，膠質由体內分泌，經小孔而排泄到外面。本亚目植物种类繁多，現在略擇一、二，作为代表。

新月藻属(*Closterium*)

构造 新月藻又名眉藻，全体是单細胞的，体形长圓而两端尖纖，且向一边弯曲，形状象新月，因此叫做新月藻。体的中部虽不收縮，但也称为"腰"。細胞核1枚，居在腰的正中。其旁有叶綠体2个，分居2半个細胞中。叶綠体形状象袋，但一端尖細，他端平闊，上有直条花紋几条，淀粉核多枚，排列成行或不成行。細胞的两端，各有1个小腔穴，腔穴叫做极球或液泡，內含石膏

小粒，常作布朗运动。叶綠体鮮綠色，大而显明(图 34. *A*, *B*)。細胞壁分內、外 2 层，內层的构成物質是纖維素；外层較厚而硬，是纖維素摻和其他物質而成的。在新月藻中通常吸收鉄質，所以細胞壁常現黃色。

繁殖方法 (1)无性繁殖 无性繁殖时，叶綠体先起变化，每枚横断分裂为 2 枚。細胞核也分裂为 2 枚，各向 1 个半細胞中部移动。細胞由腰的部分横生 1 壁，将 1 枚細胞横分为 2 枚(图 34. *C*)。日后由此分断，便成为两枚新細胞。新細胞核逐漸移动，最后停止于 2 个新叶綠体之間。細胞壁由腰所在之处，依照原有老的半个細胞的所在，向外膨脹生长(图 34. *D*)，終于长成另 1 个半細胞，此新形成的半个細胞，其形状与体积都和原有的完全相同，至此，无性繁殖的步驟完毕，而新个体分化完成。 (2)有性繁殖 异性新月藻相遇而行有性繁殖时，由 2 細胞腰的部分相对生长接合管，彼此的原生質体向管中移动，此时的原生質体就是配子。2 个配子混合于接合管中。2 个細胞核的交配，必須越过休眠时期，而在接合孢子萌发之前才进行。新月藻 2 个植物交配时，也有不发生接合管而細胞自行横断，2 枚細胞的原生質体就裸露于水中而互相混合結成一团的(图 34. *E*, *F*, *G*)。此外，另有由 1 枚細胞的两半个細胞之中，各发生 1 枚配子而自相交配的。

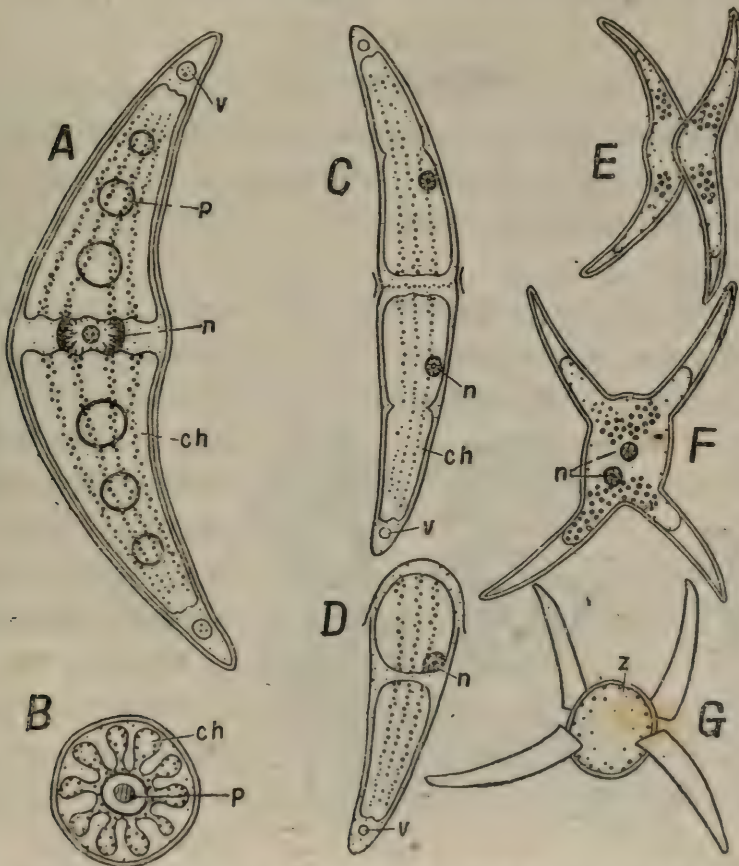
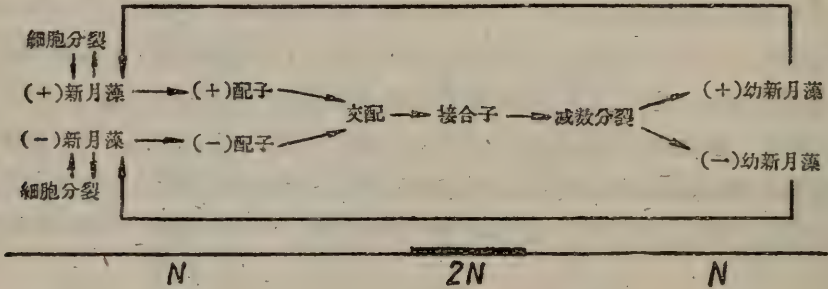


图 34. 新月藻：*A*. 营养植物体；*B*. *A* 的横断面；*C*—*D*. 无性繁殖；*E*—*G*. 有性繁殖。*ch*. 叶綠体；*n*. 細胞核；*p*. 淀粉核；*v*. 极球；*z*. 接合子。(仿 Fritsch 重繪)

接合孢子成熟时,細胞壁具3层构造,最內的是无色的薄膜。中层堅硬,通常作棕色。外层光滑或有小凸起及分枝的刺。接合子中初含4枚叶綠体,到成熟时退化成2枚。萌发之先,2配子的細胞核始行交配。随卽行減数分裂,成为2枚(N)。再継續分裂为4枚。2枚長大,其余的退化。每1枚細胞核和1个叶綠体,組成1个新个体。

生长环境　新月藻产生在淡水中,不論在軟水或硬水中,都能滋长。通常生长在池沼中,分布很广,我国南北各地都有。

新月藻生活史图表



鼓藻属(*Cosmarium*)

构造　单細胞,扁圓,成盘碟状。形状很規則,象图案画,非常美丽。全体分为等形的半細胞2半个。中有收縮的腰,細胞核居在腰的部分。每半枚細胞之內,含1到4枚叶綠体。叶綠体的多少,依种类而定。叶綠体上,有放射状的条紋(图35. *A*)。鼓藻形状旣多,种类也多,但在生活史方面則沒有什么不同。

繁殖方法　(1)无性繁殖　鼓藻行无性繁殖时,細胞核先行分裂。由1枚分为2枚,且各向1枚半細胞的方向略为移动。同时,叶綠体也各自对分。細胞壁由腰向外逐漸膨凸(图35. *B*,*C*)。不久,腰的中部发生1横断壁将1枚細胞分成2枚。日后,此膨凸的部分漸形长大成1枚新的半細胞,2枚新細胞由原来腰的部分所发生的横断壁分离,就成2个植物体(图35. *D*)。每1个新植物体含有新旧半細胞各1枚。旧的半細胞中叶綠体的半数迁移到新的半細胞中,細胞核居在新腰部分,于是形成1个新植物。　(2)有性繁殖　异性鼓藻相遇时,分泌胶質包圍体外。其原生質由腰的部分开裂的縫,溜出細胞壁之外,而互相混合成为1团。它的外面发生1层光滑或有刺的壳,这就是接合孢子。萌发之时,

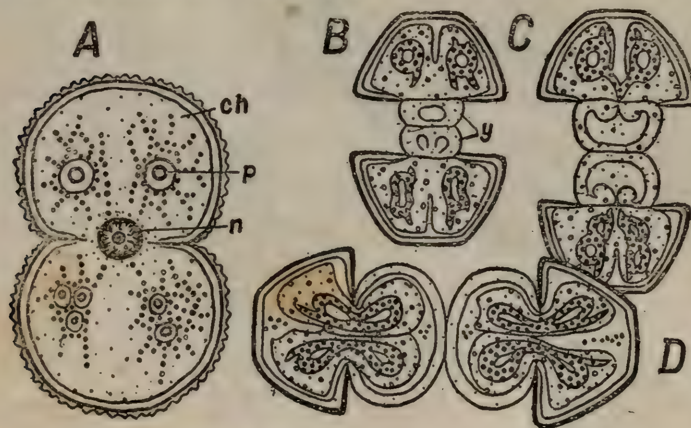


图35. 鼓藻: *A*.营养时期的植物体; *B*—*D*.有性繁殖。*ch*.叶綠体; *n*.細胞核; *p*.淀粉核; *y*.新体。(臨 Fritsch)

細胞核先行交配,再行減数分裂,成为2枚新核。每1新核,再分裂为2。此后,2核退化,2核发达,并各发育1层細胞壁,便成为独立的两枚半細胞。此时,由接合孢子壳中破裂出外,不久,每1枚半細胞,发育1枚通連的新半細胞,成为1个新植物。

生长环境 鼓藻式样繁多,分布极广,凡属水塘,几乎无不有其存在。

管藻目(SIPHONALES)

本目特征 这目植物通常是分枝的綫体,少数的成圓球状或不分枝的管状。体內无横隔壁,是多核的。細胞壁內通常有石灰質。叶綠体很多,成盘状。有性繁殖产生同形异积的异形配子,或异形配子。无性繁殖时产生游动孢子、静孢子,很少产生厚垣孢子。此目植物多数生長在海中。也有的生长在淡水中。

羽藻属(*Bryopsis*)

构造 羽藻的植物体,依照生长的状态及生理的关系,可分匍匐、直立及假根三部分。"匍匐莖"成綫形而分枝的細管,向上生长直立的"干"。"干"又分枝,其上生长2重或3重羽状叶片状的小枝(图36. *A*)。假根由"匍匐莖"发生,而向下生长到土中,无綠色,为固定兼吸收之用。羽藻的外形虽有分化,但其內部构造实在很簡单。全体是1根管状的构造,管內有1液泡,按照藻的外形而通到各部分。在液泡之外和細胞壁之內,是1层細胞质层。全体有无数的細胞核,分散于細胞質之中,在直立的部分,数量更多。羽藻"枝"的基部常向下发生假根,包圍并穿織于直立"干"部,成假薄壁組織状的假皮层組織。其叶片状的小枝如果扩大来观看,都是些囊状构造。它們的前部膨大,基部緊縮成1小管,所以內部是通連的。倘若我們認为全体是1枚大細胞,液泡居在中央,細胞質层內含叶綠体及細胞核,圍繞在液泡的外周,而細胞壁則是最外的1层,那么,也沒有什么不可以吧!相反地,認为羽藻的植物体是多細胞的,但各細胞的横隔壁未曾发育,这样說法,也是可以的。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)由匍匐綫体分段脫离,各自分生成新植物。(b)叶状小囊和本体脫离,另行发生假根。(2)有性繁殖 羽藻是雌、雄配子异形的植物,但无論何种配子,都产生于叶状小囊(图36. *B*)。最初小囊基部发生1层横断壁,以断交通。囊中的叶綠体,因分裂而增多。倘若发育成雄配子时,則淀粉核逐漸退化。此后就分化成雄配子。雄配子梨形,体形狹长,前端尖紆,后端鈍圓,尖端生2根纖毛,体內含有黃色粒及細胞核各1枚。雌配子体积大于雄配子3倍,但外形都相仿佛。体內含1枚細胞核,1到2个叶綠体,上有淀粉核。眼点长圓形。位于体的后端旁側。2根纖毛,生在前端,但从尖端的下面,而不从尖端的頂长出(图36. *C*)。交配 雄配子成熟后,小囊前端溶解,配子就游出囊外。雌、雄配子相遇,旁側交配成1圓球,这就是接合子。接合子直接发育成1个新植物。据說,羽藻的減数分裂是在配子組成之前进行的,但尚无詳細論述。

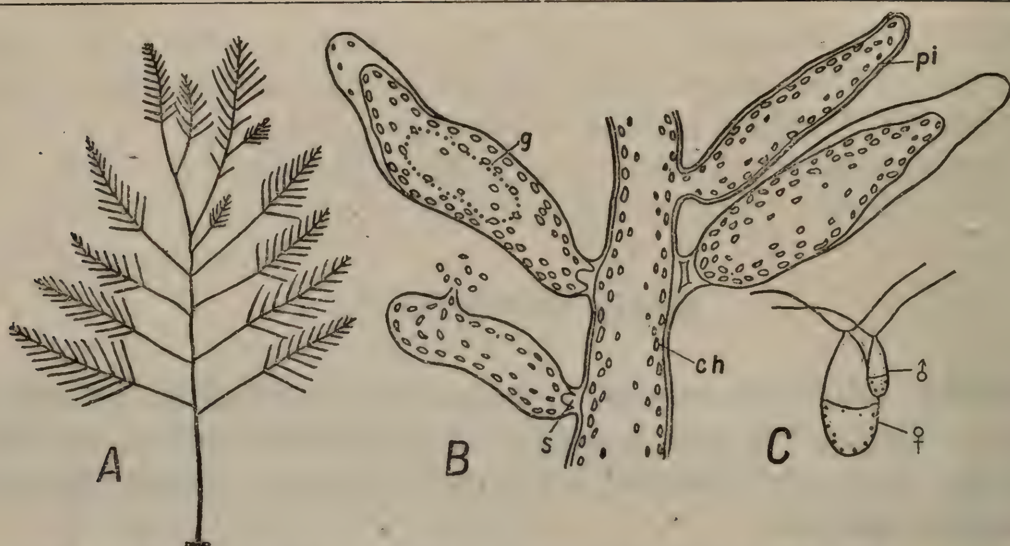


图 36. 羽藻: *A*. 外形略图; *B*. 一部分放大; *C*. 雌、雄配子。*ch*. 叶綠体; *g*. 配子囊; *pi*. 叶状小囊; *s*. 分节。(仿 Fritsch 重繪)

生长环境　羽藻产于較暖的海中，我国青島、烟台、北戴河、厦門及海南島，均有发現。

蕨藻属(*Caulerpa*)

构造　蕨藻可分假根、"匍匐莖"及"枝叶"各部分。但內部和羽藻相似，都是通連的。因此，

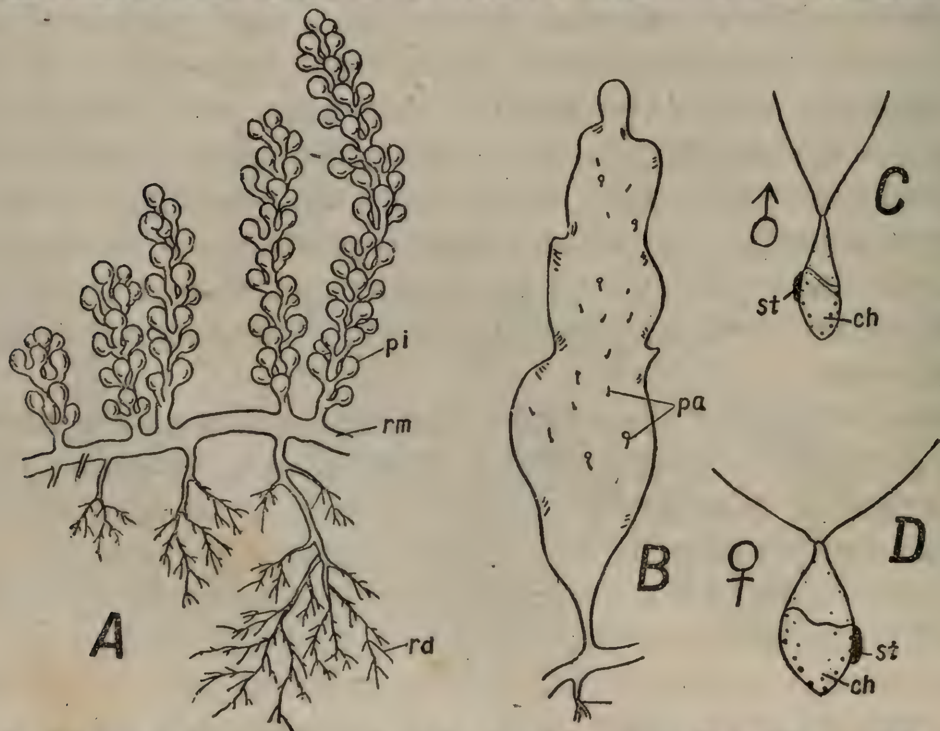


图 37. 蕨藻: *A*. 全植物体的一部分，表示叶状构造、匍匐部分及假根; *B*. 叶状小囊; *C*. 雄配子; *D*. 雌配子。*ch*. 叶綠体; *pa*. 雌、雄配子; *pi*. 叶状小囊; *rd*. 假根; *rm*. "匍匐莖"; *st*. 眼点。(临 Fritsch)

全体不分細胞，是多核的构造。此藻的"匍匐茎"，长达2尺多。直立的"枝"，高約1尺。"枝"上生有扁球形或其他形状的叶状小囊(图37. *A*)。細胞壁的主要成分是果胶质、果胶酸等所組成，沒有纖維素。

繁殖方法 (1)无性繁殖 "匍匐茎"后部逐漸向前腐烂，烂到分叉的部分，便将1个植物分为2个。 (2)有性繁殖 雌、雄配子都从叶状小囊所产生(图37. *B*)。配子前端細長，中部圓鈍，末端尖小。2根纖毛，生于頂端之旁。圓鈍部分有1枚長圓形眼点，及1枚叶綠体，但无淀粉核。雌、雄配子的外表都相仿佛(图37. *C. D*)，但雄的是鮮綠色，形体較狹。雌的褐綠色。至于交配如何，还沒有报告。

生长环境 生于热带海水中。

伞藻属(*Acetabularia*)

构造 全体是多核构造，不分細胞。下部有假根。假根之上，是1根長軸。軸的上端，有配子囊。配子囊圍繞在軸的外周，且各相連合，因此全体和雨伞仿佛相似。配子囊因种类的不同，有单层和双层的分别。配子囊和軸的腋部，向上发生短枝及毛(图38. *A*, *B*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 未見报告。 (2)有性繁殖 配子囊中的細胞核，各自組成小型孢囊。配子卵形，无大、小之別，产自孢囊。交配后，直接发育成新植物。其減数分裂在孢囊中进行(图38. *C*, *D*)。

生长环境 伞藻均生长在海水中。

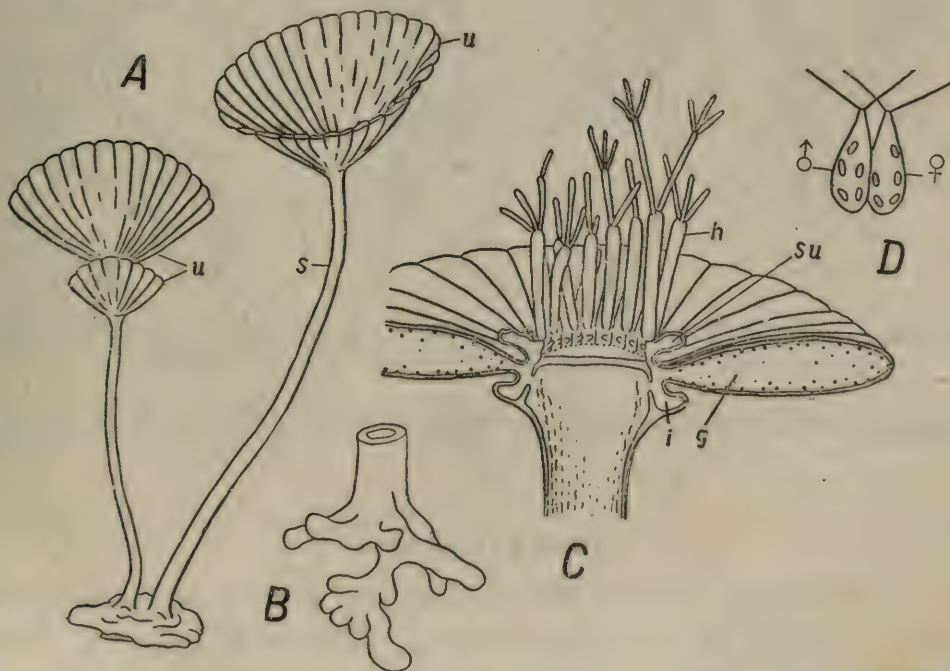


图38. 伞藻：*A*. 外形；*B*. 假根；*C*. 配子囊放大；*D*. 配子。*g*. 配子囊；*h*. 毛；*i*. 短枝；*s*. 長軸；*su*. 上短枝；*u*. 伞状配子囊。(仿 Fritsch)

海松属(*Codium*)

构造 基部有盘状組織,附着于岩石上。盘之上,有向上生长的"枝"、"干",且分枝极多,略似珊瑚(图 39. *A*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 枝旁的毛囊(細胞壁弯曲而成)向外发生小芽。小芽成熟,自行发生假根,和母体脫离另成 1 个植物(图 39. *C*)。 (2)有性繁殖 小枝側旁的細胞壁向外凸出,发育为配子囊。雌配子囊深綠色。雌配子梨形,含叶綠体及淀粉核多枚。雄配子产生于黄色的雄配子囊中,体較雌配子为狭,体內含 1 到 3 枚小形黄色叶綠体,而无淀粉核(图 39. *D*)。雌、雄配子成熟时,配子囊頂端溶化,配子出外,游泳于海水中。交配后,成球形的接合子(图 39. *E*)。接合子立即萌发成 1 个新植物。

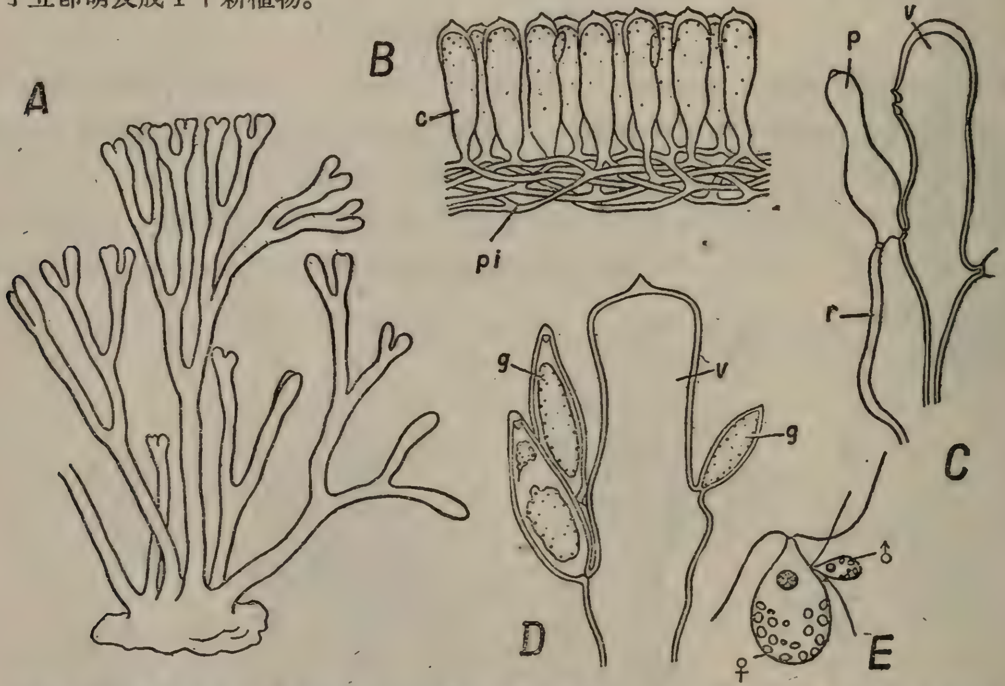


图 39. 海松: *A*. 整枝略图; *B*. 植物体放大的一部分,表示髓部及皮层; *C*. 毛囊及小芽; *D*. 配子囊, *E*. 接合子。*c*. 皮层; *g*. 配子囊; *r*. 假根; *p*. 小芽; *pi*. 髓; *v*. 液泡。(临 Fritsch)

生长环境 海松生于較为温暖的海水中。我国青島、烟台、厦門等地区都有产生。嫩的可供食用。

无隔藻属(*Vaucheria*)

构造 全体綫形,分枝。內部不分細胞,而是多核构造。体的內部,有 1 枚大液泡,随体的外形而通达各处。細胞质 1 层,介乎液泡和細胞壁之間。叶綠体小而多,細胞核无数,两样都散在細胞質中。細胞壁分內、外两层。外层是果胶質,內层是纖維素。叶綠体上沒有淀粉核。光合作用的产物是脂肪和油类,而不是淀粉(图 40. *A*)。体內因受伤及繁殖时,也能发生横隔壁。

繁殖方法 (1)无性繁殖 此藻行无性繁殖时,有多种不同的情況,分述如下:(a)分断 全体分断成几个植物体。(b)产生游动孢子 游动孢子常产生在枝尖。产生的初期,多数細胞核圍

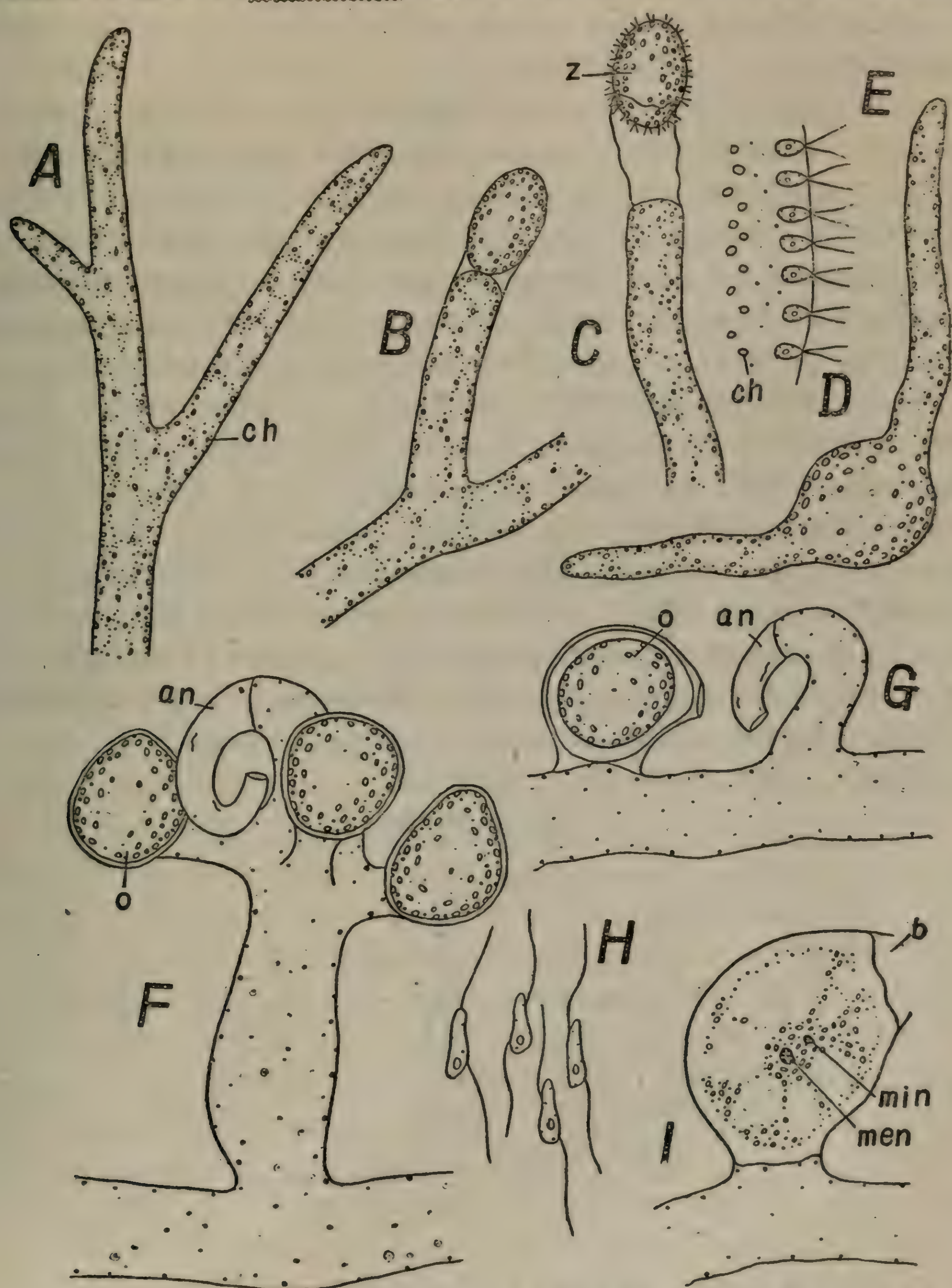
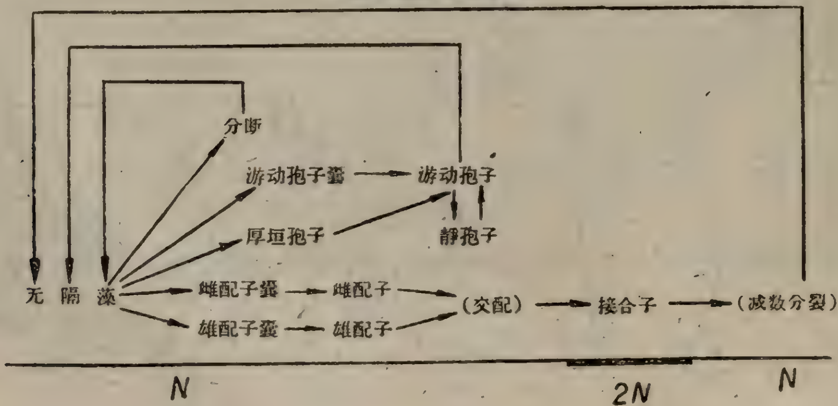


图. 40. 无隔藻: *A*.无隔藻的一部分; *B*.*C*.游动孢子的发生; *D*.游动孢子的一部分剖面; *E*.游动孢子的萌发; *F*.*G*.繁殖器官; *H*.雄配子; *I*.雌配子,示其中配子核之接合。*an*.雄配子囊; *b*.鳥嘴状突起; *ch*.叶綠体; *men*.雌配子核; *min*.雄配子核; *o*.雌配子囊; *z*.游动孢子。(*A*.*B*.*C*.*E*.*G*.仿 Coulter 重繪,*D*.*F*.*H*.*I*.仿 Fritsch 重繪)

集在小枝的尖端。后来,枝端的下部发生1层横隔壁,从横隔壁向上,叫做游动孢子囊。囊中全部細胞質組成1个长圓形的球,球的中部是液泡,叶綠体群集于液泡外圍,細胞核則分居于最外层,各核发育2根纖毛,因此,全体叫做1个复孢子也沒有什么不可以。游动孢子成熟,等待孢子囊頂端溶化,就出外游泳。萌发时,向两端延长,成为1管。然后分枝,成为1个新植物(图40. C—E)。(c)产生靜孢子及厚垣孢子 游动孢子有时并不出外游泳,而发生膜壁,成为靜孢子。也有短枝的尖端,产生球形薄壁的靜孢子的。此外,更有在綫体的一部分,产生連續多个厚垣孢子的。萌发时,不論靜孢子或厚垣孢子,都可直接延长,成为綫体。或分化为多个变形虫状的小单位,每个可延长成为一个新植物。 (2)有性繁殖 无隔藻的有性繁殖,虽因种类的关系而略有不同,然大概都相彷佛,茲分述如下:(a)雄配子囊的发育 一部分的植物体,集合多数細胞核,向外膨脹成为1管。管的上部,有很多細胞核,且在管的中部,发生1层橫断壁,橫断壁以上的部分就是雄配子囊。初时,囊直生向上,漸漸向下弯轉,成为鈎形,里面产生很多雄配子。雄配子体积微小,且沒有什么顏色,两端尖而中部膨大。2根纖毛,生于一旁,1根向前,1根向后。当其成熟时,雄配子囊的頂端开口,配子遂得外出(图40. G, H)。(b)雌配子囊的发育 雌配子囊的发育,略与雄配子囊相似。起初,也从細胞壁的一部分向外膨脹凸出。其后,逐漸向各方膨脹,成为圓球,球的基部和植物体通連之处,发生1层橫断壁,此圓球就是雌配子囊。囊的上側,向外凸出,成1小管,叫做"喙"。囊中,最初有很多細胞核,最后退化,只剩1枚,成为雌配子細胞核。雌配子成熟时,"喙"尖端的細胞壁消失。雄配子由此入內,和雌配子交配(图40. I)。如果雌、雄配子囊同生于1根枝条,則发育之时,植物体的一部分向外膨凸,起初成为1根管子,管的上端长成雄配子囊。其下部向四方再行膨凸,成为多个球形的雌配子囊(图40. F)。接合子分泌細胞壁数层,中部紅褐色,滿貯油类。萌发时,先行減数分裂,然后发育成1个新植物。

生长环境 无隔藻生在淡水池沼中。分布比較广泛。

无隔藻生活史图表



輪藻目(CHARALES)

本目特征 这一目藻类的物植体,頗有分化。全体分假根、"莖"及"叶"。在"莖"上,又可分

节与节間。也有发生"皮层"的。每1枚細胞之中,含1枚細胞核,及多个盘状叶綠体。在有性繁殖下,雌配子囊与构造繁复的雄配子囊,都极規則而美丽。且接合子萌发时先分化为"原絲体",則尤为特别。

輪藻屬(*Chara*)

构造　輪藻构造繁复,全体最下的部分叫做假根,假根伸入泥土中。在上面,直立的部分叫做"莖","莖"分节和节間(图41.*A*)。节間內部是由1枚長筒形的单細胞所构成,其周圍則从节部发生条状的細胞圍繞着。在横切面上,这些圍繞的細胞,很象皮层組織,因此叫做"皮层"。而內部的長筒細胞頗似髓部,所以也可以叫做"髓"(图41.*B*,*C*)。节在分化的起初,原来是1枚細胞,但发育之时,此細胞并不延長,反而特别加寬,不久依照1个平面而分裂成多細胞,就成了节。在节的四周的細胞,継續分裂,向外生长成"枝"、"叶"(图41.*D*—*G*)。靠近"莖"的細胞,則上、下横裂,而向上或向下生長延長,成为"皮层"及假根,輪藻的植物体虽有分化,且外表类似种子植物,但其頂端細胞是1枚单細胞,这是和种子植物大不相同的。

繁殖方法　(1)无性繁殖　輪藻每节均能发生假根,因此"莖"横断时,即可另成1个植物。(2)有性繁殖　精子囊的发育　輪藻的雄配子囊发育成一种多細胞的构造,凡是复細胞的雄配子囊都可以叫做精子器,虽然輪藻的精子器和苔蘚植物的不同,依照笔者的意見,也可以叫做精子器或雄配子器。雄配子器都发生在側枝的下方(图41.*H*)。成熟时,为橘紅色的小球体。它发育的最初,从側枝分生1枚細胞,向下凸出。这枚細胞不久就行細胞分裂,横断成2枚,在前端的叫做雄配子器原始細胞,在后的是柄細胞。此后,前端的細胞,縱裂成2枚,再縱裂成4枚,然后縱裂成8枚,这8枚細胞成1个圓球,成为盾細胞。每1枚盾細胞的中部,向球的中心,另生1枚細長的細胞。这枚細胞不久横断成2枚,再由它的末端向四方分生多枚細胞。每1枚最后的細胞又長2条极其細長的雄配子器絲(精子器絲)。此絲分为多节,每节产生1枚雄配子(精子)。雄配子細長而弯曲,前端生長2根极長的纖毛(图41.*I*—*M*)。　雌配子囊的发育　輪藻的雌配子囊本质上和其他藻类相同,也是由1枚单細胞所构成的,但此細胞的外部圍繞着5条綫状細胞。因此,在外表上这种雌配子囊好象由复細胞构成的,所以也有人把它叫做伪頸卵器或拟頸卵器。成熟的雌配子囊是1枚長圓形的細胞。外周有5条綫状細胞圍繞和保护着。这5条細胞長过于雌配子細胞,在雌配子囊以上的部分,叫做冠。配子成熟时,外圍条状細胞,各各暫时裂开,成了5条裂縫(图41.*N*)。雄配子由此入內,再穿进雌配子細胞內,和雌配子細胞核交配。雌配子囊发育之初,由側枝向上另生1枚細胞。不久横分为2枚,在前面的叫做雌配子囊原始細胞,在后面的是柄細胞。柄細胞又横分为2枚,最下面的是基部細胞。在中部的是节細胞。节細胞之前,是雌配子囊原始細胞。雌配子囊原始細胞継續長大。不再分裂,成为雌配子囊。囊下的节細胞,向囊的周圍发生細胞5枚,漸漸長大,成了5条綫状細胞,圍繞于雌配子囊之外。所以在外观上,輪藻的雌配子囊象是多細胞所組成的。如果专指生長雌配子的細胞,那么仍然是1枚单独的細胞。基部細胞始終不进行分裂,而是1枚单細胞。　交配　雄配子从雌配子外圍的綫状細胞的側縫进去,再鉆进雌配子細胞。雌、雄配子的細胞核交配。交配后,成为接合子。此时,雌配子細胞壁

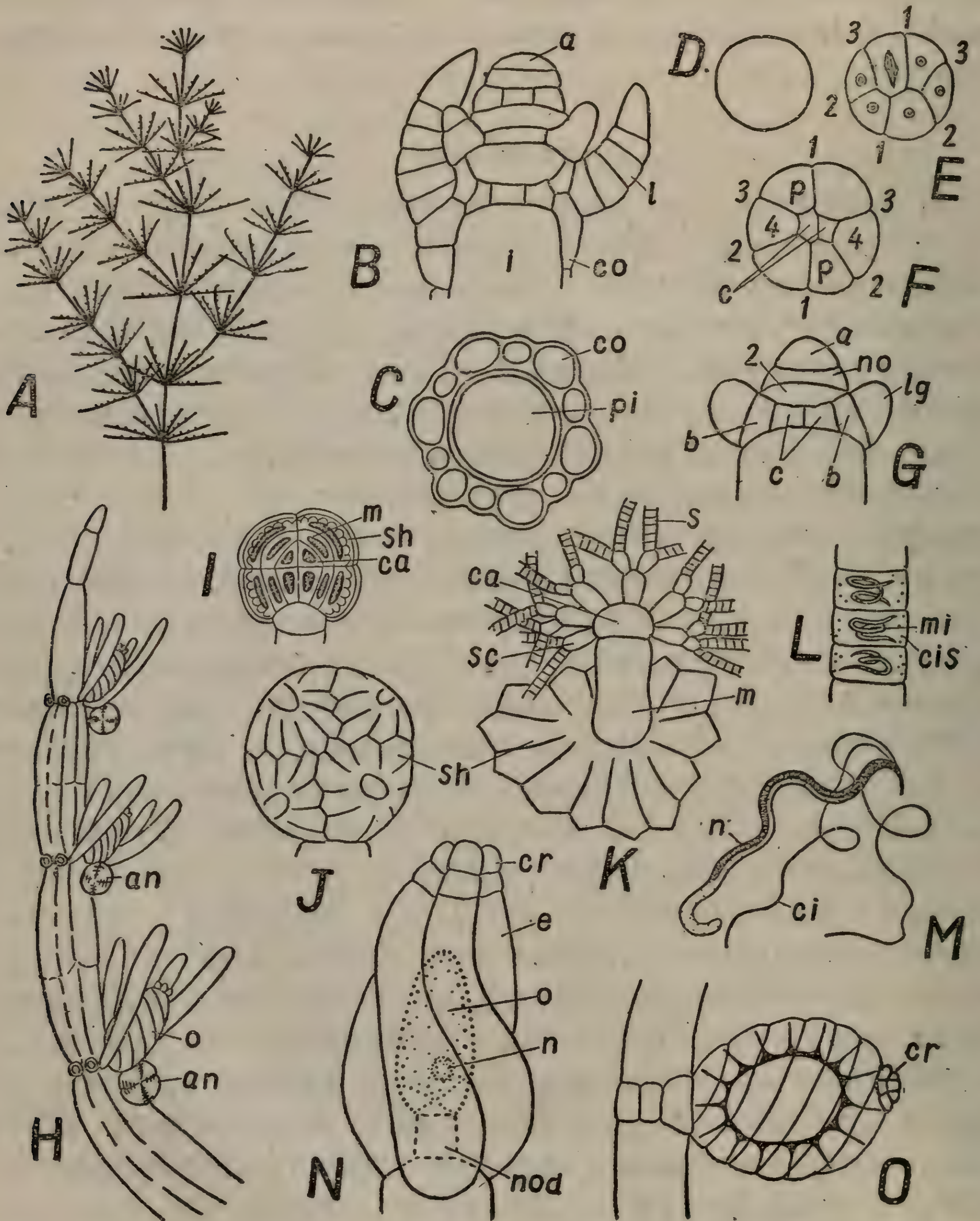


图41. *A*.輪藻；*B*.*G*.莖的纵剖面；*C*—*F*.莖的横剖面；*H*.側枝及其上的繁殖器官；*I*.雄配子器的纵剖面；*J*.雄配子器的外观；*K*.雄配子器的一部分放大；*L*.雄配子器絲的一部分；*M*.雄配子；*N*.雌配子囊；*O*.接合子。*a*.頂端細胞；*an*.雄配子器；*b*.生枝細胞；*c*.节中央細胞；*ca*.头細胞；*ci*.纤毛；*co*.皮层細胞；*cr*.冠細胞；*cis*.纤毛的横断面；*e*.条状細胞；*i*.节間；*lg*.側枝原始細胞；*m*.盾柄細胞；*mi*.雄配子；*n*.細胞核；*no*.节；*nod*.节細胞；*o*.雌配子細胞；*p*.节周細胞；*pi*.髓；*s*.雄配子器絲；*sc*.絲托細胞；*sh*.盾細胞。数目字表示細胞分裂及細胞壁形成的次序。（仿 Fritsch 重繪）

的內側,发生1层纖維素的厚壁。此壁有很多凸起,呈黃褐色。同时,外圍的5条綫状細胞和雌配子細胞相靠接的細胞壁,也吸收脂肪或硅質而加厚,且常吸收石灰質,以充滿細胞中。当接合子成熟时,圍繞在雌配子細胞外圍的条状細胞中的叶綠体,变为紅色或黃色(图41.*O*)。萌发萌发之初,接合子內有1枚双倍(2*N*)細胞核。萌发时,細胞核进行减数分裂及間接分裂成4枚单倍(*N*)細胞核。不久,发生1层横細胞壁,将此細胞分为2枚。其中1枚細胞內有核1枚,另1枚細胞有核3枚,这枚含核3枚的細胞,不久卽行退化。含核1枚的細胞,則向孢子壁外方凸出,不久縱裂为2枚細胞。其中1枚向下生长成假根。另1枚向前生長,繼續横断分裂,成为"原絲体"。由此向上发育直立的輪藻。

生长环境 輪藻分布很广。据笔者所見,北京、江西、厦門、云南都有产生,而昆明湖中滋生繁茂。大片湖底都被生滿。

綠藻綱提要

(1)綠藻导源于鞭毛类。从前以細胞壁的有、无等等作为区别,現今将多数鞭毛类归入綠藻中,因此彼此的界綫不易分划。 (2)綠藻的共同特征是:細胞壁是由纖維素所組成的,光合作用的产物是淀粉,叶綠素与高等植物完全相同等点。 (3)綠藻植物体的构造有单細胞游动种类、单細胞静止种类、不定群体种类、球状群体、单綫体、分枝綫体和薄壁組織体等等。 (4)植物体的世代交替有单倍(*N*)植物体为主的,单、双倍植物体同样发达的。 (5)配子有同形和异形2种(如果将同形异积的也算作1种,那么,就有3种)。而雌、雄配子有从同体进到异体的現象。 (6)游动分子通常具纖毛2,4,6,8根,也有具多根,或者具假纖毛的。纖毛的长短必定相等,且指向一处。单細胞及群体的游动种类,常有眼点。 (7)生长的环境可分陆生和水生,水生的又可分海水及淡水。 (8)本书現在把綠藻分成9目。 (9)团藻目大概由鞭毛类演化而来,是綠藻中的最下等而原始的种类,接合藻和綠球藻两目,可能由此而出。 (10)絲藻目是独立的一支,与其他各目的关系似乎很少。 (11)剛毛藻目可能由絲藻目及綠球藻目汇合而成。 (12)胶毛藻目可能和現代高等植物的祖先同源。其植物体分化成匍匐及直立两部分,今天的高等植物可能由此現象演化而来。 (13)鞘藻是特殊的一支,但可能从胶毛藻目分出。 (14)管藻似出于綠球藻,而卵菌(Oomycetes)可能由此而出。 (15)輪藻目是綠藻中最具分化而独立的一支。因为它沒有脫离綠藻的共同特性,所以仍旧放在本綱之中。最近有人将它另立一綱。

第四章　黃藻綱(XANTHOPHYCEAE)

本綱特征　本綱植物含叶黃素特別多，所以它的有色体都呈黃綠色。光合作用的产物是油类，而不是淀粉。通常无淀粉核。細胞壁通常是大小不同的2半体所組成，且富于果膠質的化合物。休眠时期，往往发生硅質孢膜。游动份子的前端，生有2根长短不同的紆毛。細胞中常有盘状有色体。有性繁殖少見，偶有发生时，配子是同形的。此綱植物最下等的是单細胞，高等的是不分枝的綫条。多半生长于淡水中，海产的較少。

異鞭藻目(HETEROCHLORIDALES)

本目特征　这一目植物都是裸露的单細胞的。在其生活史中，有始終永远自由游动的，或仅仅一部分时間游动的。　繁殖方法多属无性分裂，也有产生游动孢子的。

变形藻属(*Chloramoeba*)

构造　全体柔軟而无定形，和变形虫相似(图42. *A*)，但前端較为平闊。生2根紆毛。紆毛1长，1短。长的向旁侧分出很多的細毛。体中有1个收縮泡，位于紆毛的基部附近。1个細胞核，居体的中央。2—6个盘状有色体，黃綠色，光合作用的产物是油类及肝糖类的化合物，也有发現其有色体中有淀粉核的。

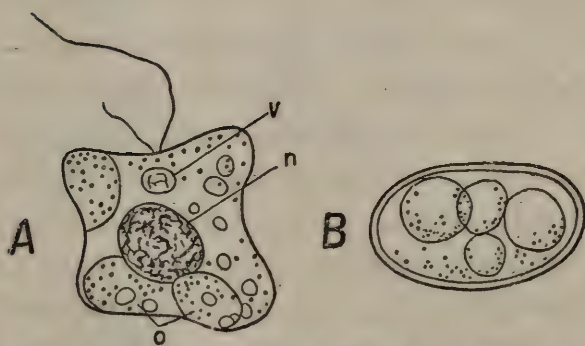


图42. *A*. 变形藻；*B*. 变形藻的胞囊。*o*. 叶綠体；*n*. 核；*v*. 收縮泡。
(自 Fritsch 仿 Bohlin 重繪)

繁殖方法　变形藻只有无性繁殖。繁殖时，1枚細胞縱裂成2枚，便成为2个植物体。遇环境不良时，也有分泌厚壳，成为胞囊的(图42. *B*)。

生长环境　此藻多半生长在淡水中。

綠囊藻属(*Chlorosaccus*)

构造　全体仅仅1枚单細胞。通常，每4枚細胞密集生长(图43. *A*)。外被膠質，成不定群体状。有細胞的部分，膠質較多，所以向上隆起。无細胞的部分則較薄，略似下陷。細胞长圓形(图43. *B*)，有2到多枚側生黃綠色的有色体。1枚細胞核，居細胞中央。

繁殖方法　这属藻沒有有性繁殖，通常专靠分裂来繁殖。分裂时，先縱裂为2，再横断为4。

由此，1枚母細胞便分为4枚子細胞。此外，也可产生游动孢子。游动孢子长圓形，一端鈍闊，另端尖細。在尖細一端的末端，有2根长短不齐的紆毛。体内含1枚細胞核及2到多个側生有色体(图43.*C*)。游动孢子游泳后，可收縮成1枚长圓的細胞。普通細胞也有膨脹成胞囊的。

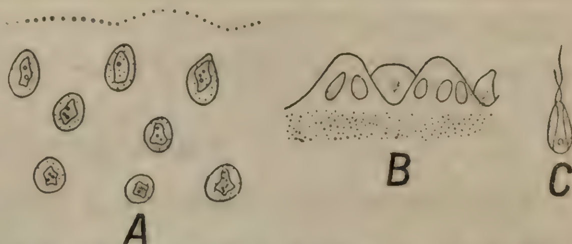


图43. 綠囊藻:*A*.幼群体；*B*.群体的一部分；*C*.游动孢子。(自 Fritsch 仿 Luther 重繪)

生长环境 这种藻多产于淡水，附生在其他水生植物的枝叶上。

柄球藻属(*Mischococcus*)

构造 柄球藻是单細胞植物。細胞中，通常有2个側生有色体、1枚細胞核。平时靜止，細胞外有胶質柄，以附着于他物(图44.*A*—*E*)。

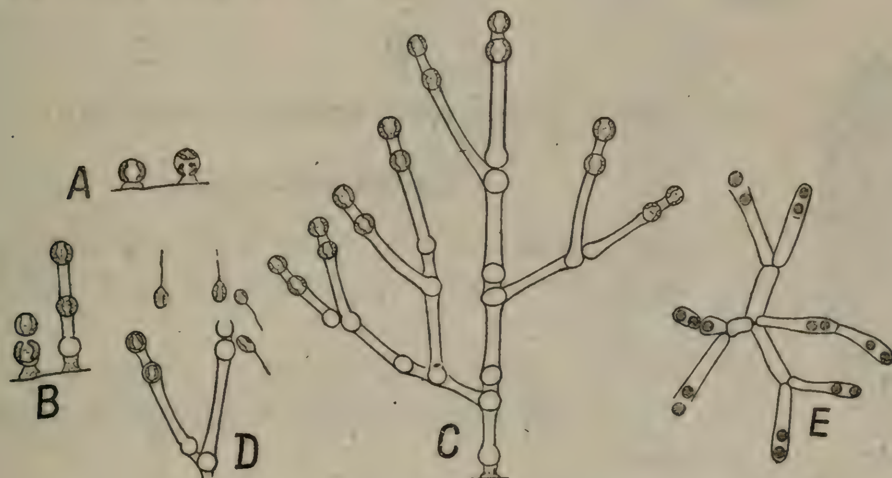


图44. 柄球藻:*A*—*B*.幼期；*C*—*E*.群体；*D*.游动孢子的发生。(仿 Fritsch 重繪)

繁殖方法 細胞中产生1枚游动孢子，形状和普通細胞相似，而一端稍尖，尖端生1根紆毛。游泳停止时，附着他物。其后，发生細胞壁及胶質柄，就成了1个新植物体(图44.*D*)。或由1枚細胞自行分裂，成为2枚。分裂后，2枚細胞先后自行向上移动，成为一行，同时胶質的柄拉长，甚至成1个空心筒。因細胞分裂的方向不同，及胶質筒的通連不断，而形成分枝的树状构造(图44.*C*—*E*)。

生长环境 此藻依附他物而生，且仅能生长于有鈣質的淡水中。

異球藻目(HETEROCOCCALES)

本目特征 本目藻类，多数是单細胞植物。也有多細胞被胶質包圍成一块的。营养体固定，

不能游泳。繁殖时，产生游动孢子。孢子通常具长短不齐的纤毛2根或1根。油类是光合作用的产物。本目藻类产生在海水及淡水中的都有。

异綠球藻属(*Chlorobotrys*)

构造 这属藻的构造和綠球藻相似，也是单細胞的。細胞核1枚，居中央。有色体側生在周圍(图45. *A*)。

繁殖方法 繁殖时，产生游动孢子。孢子长圓形，頂端生2根纖毛。或发生厚壳，成为胞囊(图45. *B*, *C*)。

生长环境 生长在沼澤泥濘之处。

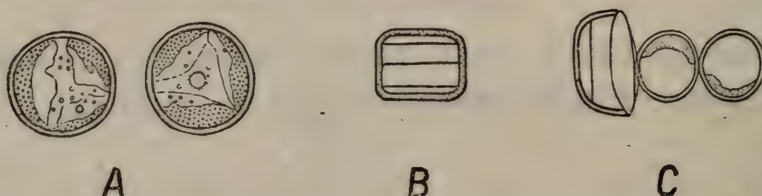


图45. 异綠球藻：*A*.个体；*B*.胞囊；*C*.胞囊的萌发。(仿 Bohlin 重繪)

尖囊藻属(*Characiopsis*)

构造 尖囊藻全体成1个长形的囊(图46)。上部略尖，下部細长如柄。柄的基部扁平，有胶質，可以粘着他物。全体仅仅1枚单細胞，有几枚細胞核，几个叶綠体，分散体內。

繁殖方法 繁殖时，产生多个游动孢子。孢子圓形，前端尖小。尖端生1根纖毛，体內有2个側生有色体。游动孢子成熟时，老細胞壁膨脹，終于破裂。

生长环境 水生，分布很广。



图46. 尖囊藻
(仿 Bohlin 重繪)

異絲藻目(HETEROTRICHALES)

本目特征 这1目仅仅1属，植物体是不分枝的綫状体。細胞可横分成2半个，常作H状。細胞中通常含1枚細胞核，但偶因种类的不同，也有含2个到几个核的。叶綠体側生，数量少时，形状多不規則，多时則作盘状。也有单独存在，且含1枚淀粉核的。

黄絲藻属(*Tribonema*)

构造 植物体是不分枝的綫状体。每个細胞中，含1枚細胞核，偶有1枚以上的。多个叶綠体，側生，也有仅仅具1枚的(图47. *A*, *B*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　(a)每1枚母細胞产生1或2枚游动孢子。孢子形状不很規則，略成长圓形，頂端稍尖，尖端之旁有1枚眼点。另一旁，有2个收縮泡，由此向外生长2根纖毛。纖毛1长，1短。側生在細胞周圍的有色体，占据孢子的下半部，淀粉核附生其上(图47. *D*, *E*)。

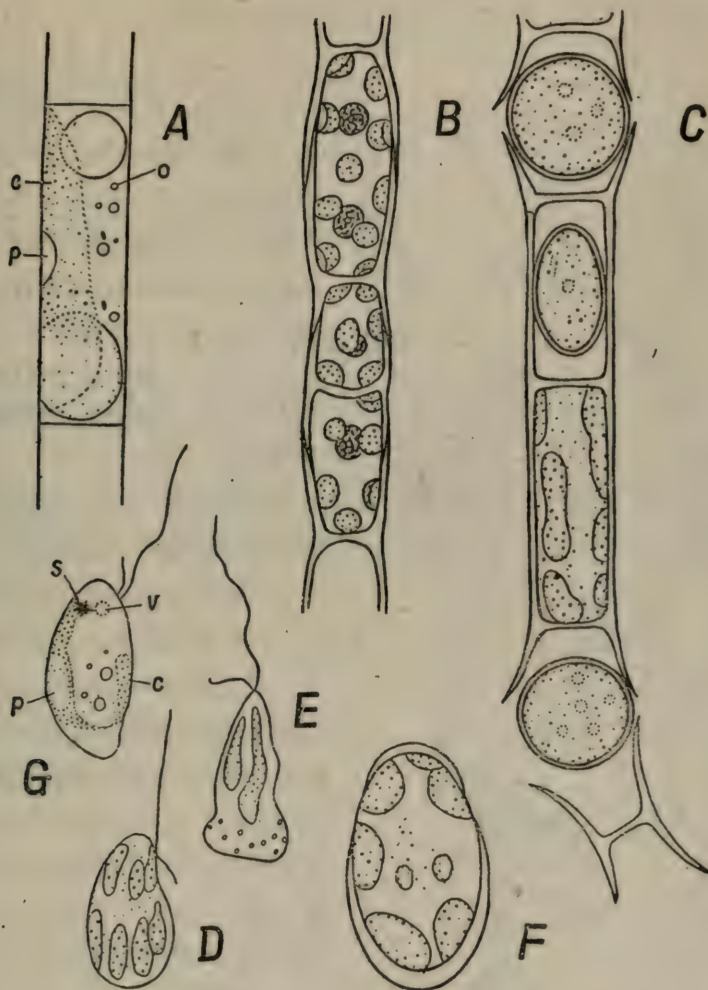


图47. 黄絲藻：*A. Tribonema pyrenigerum*；*G.* 游动孢子；*B. Tribonema bombycinum*；*C. Tribonemaminus* 的厚壁休眠孢子的形成；*D. Tribonema bombycinum* 的游动孢子；*E.* 游动孢子；*F.* 胞囊；*G.* 另样游动孢子。*c.* 叶綠体；*o.* 油点；*p.* 淀粉核；*s.* 眼点；*v.* 收縮泡。(自 Fritsch 仿 Pasther 及 West 重繪)

(b)形成靜孢子，孢子壁是由不相等的2片所构成的(图47. *F*)，可以直接发育成新植物，或1，2个游动孢子。　(2)有性繁殖　配子同形，交配之先，2配子中的1个先行停止活动，繼而膨大成圓球。此时，另1个配子可以和它交配。接合子成圓球状(图47. *C*)。

生长环境　这种藻生长在淡水中。

異管藻目(HETEROSIPHONALES)

本目特征 本目仅仅有气球藻一属，它的特征就是这属的特征。

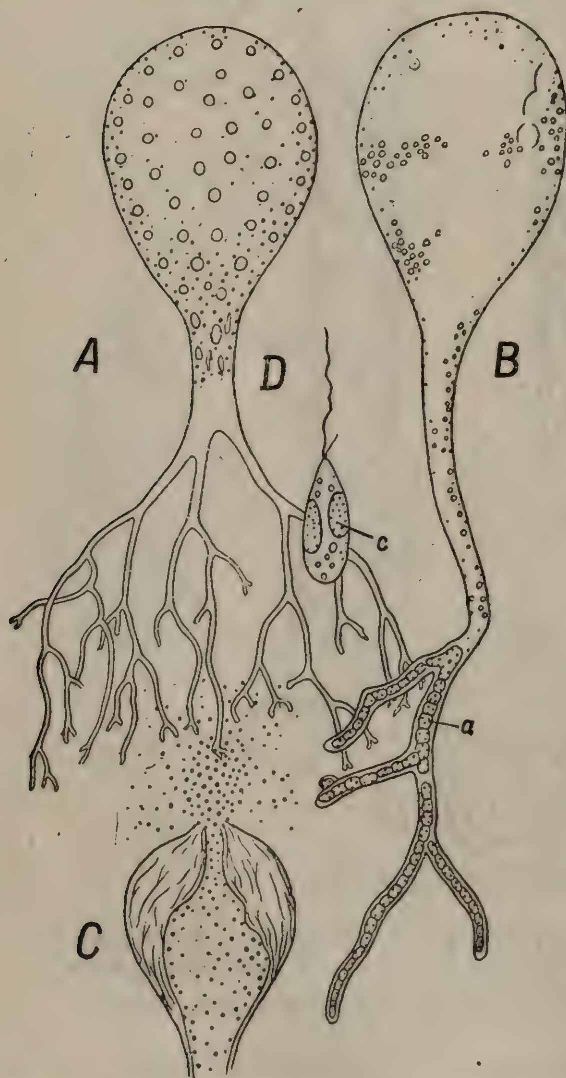


图 48. 气球藻: *A.* 营养体; *B.* 静孢子的形成; *C.* 孢子囊; *D.* 游动孢子。*a.* 静孢子。(自 Fritsch, *A—D.* 仿 Rostcfinski 及 Woronin, *C.* 仿 Kolkwitz 重繪)

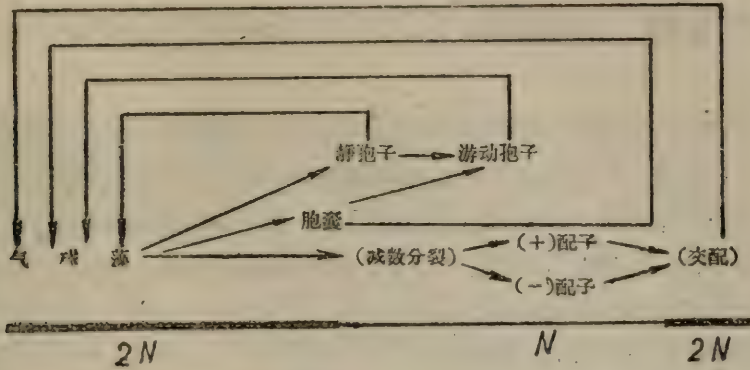
气球藻属(*Botrydium*)

构造 全体分上、下两部分。上部分成梨形或圓球形(图 48. *A*)，直徑 1—2 毫米。下部分成对分叉的假根伸进泥土中。細胞壁是纖維素所組成的，常吸收石灰質，分泌到細胞壁的外部。全体类似 1 枚大細胞，中央有 1 枚大液泡，細胞質及有色体与細胞壁相緊接。有色体 2 端尖細，而中部膨大，形状很象 1 个梭子。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)这种藻生長在河畔泥灘上，当水漲而全体被淹沒时，則产生无性的游动孢子 (图 48. *D*)。孢子長卵圓形，近頂端之处，生有長短不同的 2 根纤毛。2 个有色体，侧生。无眼点。产生游动孢子时，全藻球形的部分都可发生多数孢子。孢子成熟时，球的頂端破裂成孔，孢子从孔外出(图 48. *C*)。(b)水退时，假根可以自行发生横隔壁，成为多数細胞，每 1 枚細胞成 1 个静孢子 (图 48. *B*)。或从假根的末端膨大成为胞囊。胞囊和静孢子都可以直接发育成新植物或游动孢子。 (2)有性繁殖 在球内产生同形配子，配子倒梨形，一端粗大，另端尖細，粗大的一端，生有 2 根長短不齐的纤毛。配子的交配在母体内进行。交配时，2 配子的尖端相对而交配。交配后，膨大成为圓球，直接发育成 1 新植物。

生长环境 生長于水旁泥灘上。笔者曾在北京北海一条水沟里采得，另外也見到在厦門大学附近淡水池塘內年年发生。

气球藻生活史图表



黄藻綱提要

(1)黄藻不及綠藻那样有分化。(2)具有性繁殖的都产生同形配子,沒有异形配子。(3)光合作用的产物是油类,而不是淀粉。(4)有纤毛的,多半是2根, 且长短不齐。(5)和綠藻是平行并进的支系,但它們进化的程度远不及綠藻。(6)黄藻含有特别多量的胡蘿卜素, 以及光合作用的結果专产生油类而不产生淀粉等等特征,都可以証明和金藻及硅藻在演化上特别相近。

第五章　金藻綱(CHRYSOPHYCEAE)

本綱特征　叶綠体含棕褐或金黄色素,除普通叶綠素外,还含有1,2种藻金黄素。虽偶有类似淀粉核的顆粒,而从来沒有淀粉的产生。光合作用的产物是脂肪等。这綱藻类多数沒有細胞壁及膜,但有纖毛;有細胞壁的则是由果胶質所組成的,而不是由纖維素所組成的。通常細胞中含1,2个側生有色体,1枚細胞核,染色体的发現也曾有記載。

这綱植物依照形状的不同,大致可分3目。

I. 金藻目(CHRYSOMONADALES)

II. 金球藻目(CHRYSOSPHAERALES)

III. 金絲藻目(CHRYSOTRICHALES)

这綱植物多数是鞭毛类,与其他藻类的关系比較疏远。現在略举1,2种作为代表。

金藻目(CHRYSOMONADALES)

金藻属(*Chromulina*)

构造　这1属藻类形状各各不同,但它們的頂端都有1根纖毛。纖毛的長度常常超过藻的全体(图49. *A*)。全体沒有細胞壁,是变形虫状的原生質团。收縮泡1,2个,在体的前部。常具眼点,有色体大而发达,側生,棕褐色,在体的后部,为数不多。通常有食物团集,結成小块。細胞核通常为1枚。

繁殖方法　繁殖方法簡单,从1枚細胞縱裂成2枚,就成了2个新体。分裂时,不論細胞的活动停止或不停止,都可以分裂(图49. *B, C*)。

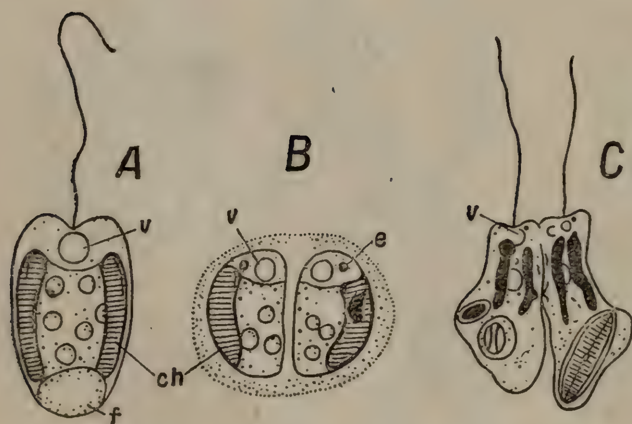


图49. 金藻:*A*. 个体的构造;*B*. 縱裂后的靜止时期;*C*. 縱裂。*ch*. 叶綠体;*e*. 眼点;*f*. 食物团;*v*. 收縮泡。(仿Fritsch重繪)

金藻綱提要

(1)这1綱藻类有从单細胞到群体,而进到树状的趋向。(2)細胞的构造,从变形虫状的原質团,进化到有細胞壁的。(3)游动細胞普通都有纖毛。(4)有色体通常側生,2个,体形大而发达,也有退化或者沒有的。(5)多数种类都属于鞭毛类,是动、植物2界的桥梁。

第六章 硅藻綱(BACILLARIOPHYCEAE)

本綱特征 有色体黄色或金褐色，通常发生类似淀粉核的顆粒。光合作用的产物是脂肪及渦紋淀粉。細胞壁是由掺杂多量硅質的果膠質所組成的。壁外往往发生膠質层，以包圍着。本綱植物多数是单細胞的，也有成群体的。又因种类的不同而有产生于淡水、海水及陆地之别。其植物体通常都是孢子体，而不是配子体。

羽紋藻屬(*Pinnularia*)

构造 細胞杆状，两端鈍圓。細胞壁是由样式相同、而大小不等的两半个所合成，因此全体成一盒形(图 50. *B*, *C*)。盒的底、盖及边緣，一概俱全。細胞壁上有无数成条状排列的小孔，且有隆起的脊。細胞的两端及中央又各有球狀构造。在两端的，叫做极球，在中部的是中央球。有色体普通是 2 枚，側生，黄色或金褐色。細胞核 1 枚，在細胞的中央(图 50. *A*, *B*)。

繁殖方法 (1) 无性繁殖 硅藻的种类既多，繁殖的方法也各有不同，略写一、两种，以供参考：(a) 普通細胞分裂 最先細胞核从中央逐渐移到細胞的一端，然后分裂成 2 个。每 1 个新細胞核分居細胞的一边，就是靠近細胞壁的一半(全細胞的壁分成两半个)，原生質也依照細胞壁而縱裂成 2 团。有色体則各自横断成 2 个。此后依原生質分裂之处，发育相背的新細胞壁 2 半个，如此就成为两个新硅藻。每一个硅藻含有盒形的新、旧細胞壁各半个(图 50. *I*)，且新生的細胞壁必定比老細胞壁小一些，而套在老細胞壁之內。因此，細胞每分裂一次，新細胞必較老的更小。当分裂多次而体积过小时，則发育"复大孢子"(图 50. *D*, *E*) 以恢复其固有的体积。 (*b*) 复大孢子的形成 复大孢子形成的方法很多，略述一、两种如下： (甲) 硅藻的原生質体膨大成球，細胞壁被脹开而脫落。不久，原生質球的表面发生 1 膜，膜是由果膠与硅質所組成的，膜叫做"周带膜"。膜內发生新細胞壁 2 半个，成为 1 个新硅藻。此新植物体积的大小，和最大的硅藻相似。(乙) 硅藻体积因分裂而逐渐变小，当小到极度之时，原生質体忽然膨大，且分成 2 团。每团含 1 个細胞核，自母細胞內外出。細胞核初居一边，这边便发生 1 层細胞壁，継而又迁移到相对的另一边，便又发生另 1 层細胞壁，1 个新硅藻就这样长成了(图 50. *F*—*H*.)。 (2) 有性繁殖 硅藻的有性繁殖法有报告的，也有多种，现在講述一种以供参考： 假設甲乙两硅藻相遇，彼此分泌膠質，圍成 1 团，且有一根膠質柄粘附在别的物体上，每 1 枚細胞行减数分裂，产生 2 枚配子。現在姑定每 1 枚細胞中的 2 枚配子是 1 正(+)，1 負(−)的。交配时，甲藻的(+)配子到乙藻中与(−)配子交配，同时乙藻中的(+)配子也到甲藻中和(−)配子交配，便都成了 1 个接合子(图 50. *J*—*P*)。萌发时，接合子产生 1 个复大孢子。从这个孢子再成新硅藻。

生长环境 硅藻种类繁多，分布也广，随着环境的不同，而种类也有不同。因此，有生在淡水、海水及陆地的分别。生在海水的，又因盐質的多少而种类有所变异，所以生态学者可以从各种硅藻的分布，来鉴定海水盐質的多少。 硅藻对于人类沒有直接关系，它們本身也沒有經济价

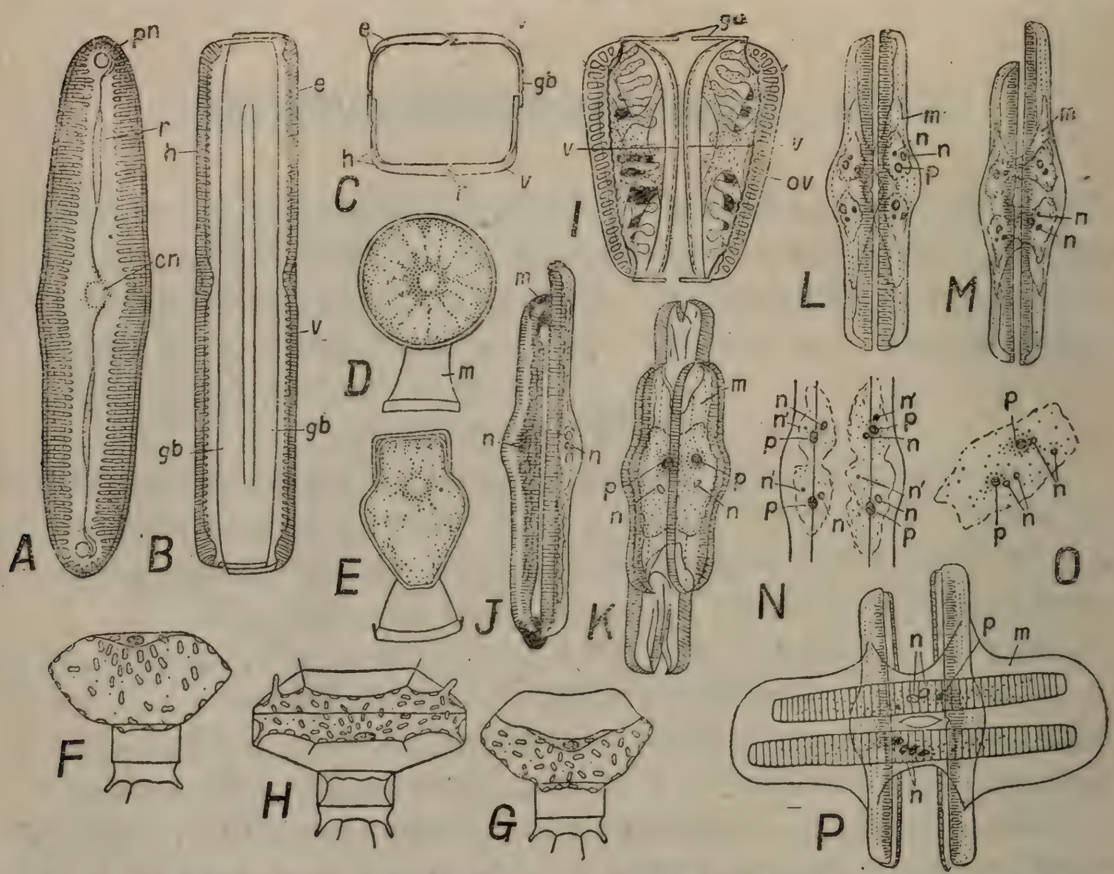


图50. *A—C.* 羽紋藻; *A.* 瓣面; *B.* 腰带面; *C.* 横断面; *D,E.* 硅藻另种(*Arachnodiscus*)的复大孢子; *D.* 幼复大孢子; *E.* 脫出的原生質体; *F—H.* 硅藻另种(*Biddulphia*), 复大孢子的形成; *F.* 原生質脫出母体; *G.* 第一瓣壁的形成; *H.* 第二瓣壁的形成; *I.* 硅藻另种(*Surirella*)的无性繁殖; *J—P.* 复大孢子形成的次序; *J.* 2硅藻发生胶質互相粘合; *K.* 盒瓣松开原生質收縮; *L.* 2配子的形成; *M.* 交配; *N.* 介乎*K*与*L*間的时期; *O.* 較*K*略晚; *P.* 成熟的复大孢子。*cn.* 中央球; *e.* 上壳; *gb.* 腰带; *h.* 下壳; *m.* 胶質; *n.n'.* 細胞核; *ov.* 老瓣; *p.* 淀粉核; *pn.* 极球; *r.* 脊; *v.* 瓣。(*A—C.* 仿 Fritsch 重繪, *D—E.* 仿 Yendo 重繪, *F—H.* 仿 Bergon 重繪, *I.* 仿 Lanter Eorn 重繪, *J—P.* 仿 Klebahns 重繪)

值,但它們是魚类飼料的一种,这是値得我們注意的。另外硅藻細胞壁含硅質,不易腐烂,往往成为化石,称为硅藻土,可以用作炼糖的过滤物質及制造耐火磚,作填充料或絕热材料等工业用品,硅藻土在山东省多有发现。

硅藻綱提要

(1)硅藻的外表与接合藻目或褐藻綱类似,因此前人曾經誤将它归在接合藻目或者甚至褐藻綱中。 (2)現在藻类学者認为,黃藻、硅藻与金藻确实是相近的,因为它們都有多量的胡蘿卜素的黃色色素或棕色色素,且都不产生淀粉而产生油类,細胞壁多数是2半个所組成, 并含有硅質等等特性都属相同。 (3)硅藻綱植物的植物体是孢子体(2N)而不是配子体, 但与現代高等植物沒有什么关系。

第七章 隐藻綱(CRYPTOPHYCEAE)

本綱特征 此綱藻类生于淡水及海水中，种类不多，也不很重要，且知道的有限，多半的是鞭毛类。有色体通常2个，大而侧生，多含深淡不等的棕褐色。有类似淀粉核的顆粒，但与有色体分离。淀粉及其他固体的碳水化合物，是其光合作用的产物。紆毛2根，長短不等。細胞核1个，伸縮泡各各不同，頗为复杂。

繁殖方法 多半靠細胞分裂，少有产生同形配子的。此綱植物，体形各异，有单細胞而无壁的，有因色素退化而营寄生的，有成不定群体的，也有成群体的。此藻共分2目。

Ⅰ. 隐藻目(CRYPTOMONADALES)

Ⅱ. 圓孢酵母目(CRYPTOCOCCALES)

隐藻目(CRYPTOMONADALES)

紅单胞藻属(*Rhodomonas*)

构造 单細胞，沒有壁。体型扁平，成不很規則的长圓形(图51. *A*, *B*)，前边一端凸出。体側有1条縫，縫从細胞的前端延长到細胞中部前后。紆毛2根，生在前端的斜面，毛根与縫相接近。細胞核生在細胞的后端。有1个淀粉核，在細胞的中央。1个液泡，在頂端凸出部分的下方。有色体多个，紅色。

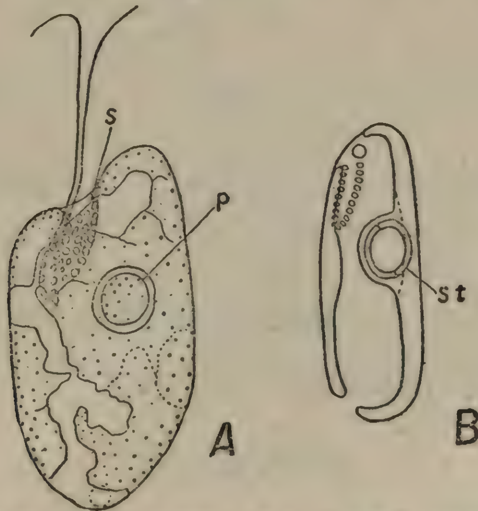


图51. 紅单胞藻：*A*. 正面；*B*. 側面。*p*. 淀粉核；*s*. 眼点；*st*. 淀粉层。(仿Zinnmermann重繪)

隐藻綱提要

本綱植物除金藻、硅藻2綱外，与其他藻类沒有什么关系。

第八章　横裂甲藻綱(DINOPHYCEAE)

本綱特征　植物体成单細胞或綫形。細胞核1枚。有色体盘状。淀粉及油与脂肪是光合作用的产物。色素有棕、褐、深黄及其他顏色。細胞壁的构成物質是纖維素。2根纖毛，通常1根在前端，1根圍在中腰。休眠时发生胞囊。

光甲藻属(*Glenodinium*)

构造　单細胞(图52)。細胞可分上、下2半个，中央部分縮小成腰，腰的上半部頂端，有1根向前、后游动的纖毛。腰部有圍繞的纖毛1根。上半部接近中腰之处，有1个心形眼点。有色体很多，散布体内。

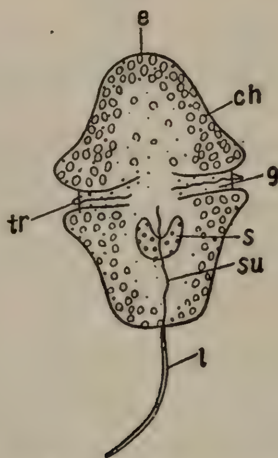


图52. 光甲藻: *ch.* 叶綠体; *e.* 上瓣; *g.* 腰带; *l.* 纵纖毛; *s.* 眼点; *su.* 纵沟; *tr.* 横纖毛。
(仿 Schilling 重繪)

横裂甲藻綱提要

这綱植物多半属于鞭毛类，且知道的不多，都不太重要。

第九章　綠单胞藻綱(CHLOROMONADINEAE)

本綱特征　这綱植物,种类很少,且知道的不太多。至今所知道的,仅仅少数特化的单細胞鞭毛类而已。这里拿最常見的液泡藻作为代表。

液泡藻属(*Vacuolaria*)

构造　細胞卵形或梨形(图 53. *A—C*)而略扁,且沒有細胞壁。后端圓,前端略尖,頂端略下

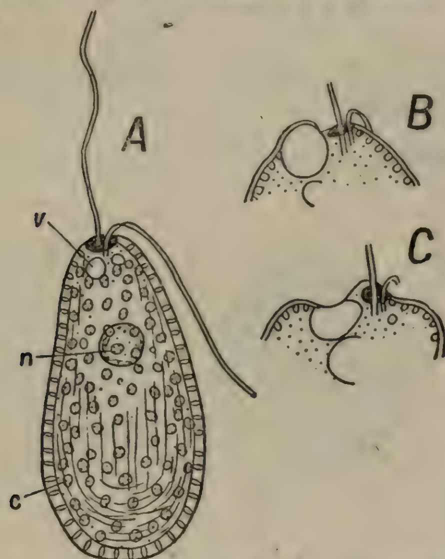


图 53. 液泡藻:*A*. 全体; *B—C*. 前端放大。*c*-叶綠体; *n*. 細胞核; *v*. 收縮泡。
(自 Fritsch 仿 Senn 重繪)

陷。2根纖毛,长短相同,从陷中生出。1根纖毛向前,1根向后而靠在腹面的縫中,全体徐徐旋轉前进。沒有眼点。盘状的有色体很多,鮮綠色,如果用硝酸去其过多的叶黃素,則呈藍綠色。脂肪是貯藏的养料。細胞核大而显明,在細胞的前半部。1,2个收縮泡,在細胞的前端。

繁殖方法　繁殖方法很簡单,所发現的仅仅无性繁殖而已。繁殖时,細胞先行靜止及分泌膠質包圍和保护全体,于是进行縱裂,就成了2个新体。也有发生濃厚的膠質层而成为胞囊的。

綠单胞藻綱提要

这綱植物,种类既少,与其他藻类的关系也不密切,因此,并不重要。

第十章　眼虫藻綱(EUGLENINEAE)

本綱特征　眼虫藻綱植物，原来也属于鞭毛类，且認为是动物。現代藻类学者将它們改归为藻类，現在談談特征。这綱植物具純綠的叶綠体，有淀粉核状的顆粒，貯藏的养料是和淀粉相似的多糖类物质，纤毛1到2根，液泡的构造頗为复杂。这綱植物在海水、淡水、潮湿的土地上都能生长。

眼虫藻属(*Euglena*)

构造　单細胞，通常成紡錘形，而尾端比較尖細。体的外表有柔軟纖薄的角质层。角质层上或有斜紋。1到2个收縮泡，在体的前端，1到3根纖毛，生于前端。也有发生貯蓄泡的。通常有1枚眼点，在前端的旁边。1个細胞核，在全体的中央。叶綠体成盘状或者带形，数量很多，排列成行(图54. *A*)。

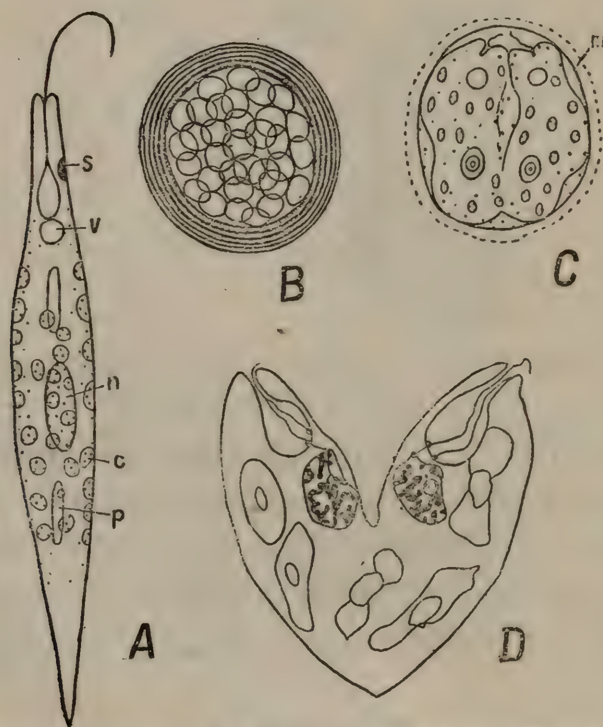


图54. 眼虫藻：*A*. 眼虫藻的一种；*B*. 胞囊；*C*. 分裂时发生胶质；*D*. 分裂。*c*. 叶綠体；*m*. 胶质；*n*. 細胞核；*s*. 眼点；*p*. 眼虫淀粉；*v*. 收縮泡。(仿 Klebs 重繪)

繁殖方法　(1)无性繁殖　眼虫藻的无性繁殖方法虽不止1种，但都很簡单。(a)当細胞游泳时，就可縱裂成2枚(图54. *D*)。(b)細胞先膨成圓球，然后分裂，且发生胶质圍裹着(图54. *C*)。(c)在胶质团中細胞継續分裂，成为靜止的不定群体状的一些細胞。(d)也有发生厚壁成为胞囊

的(图 54. *B*)。 (2)有性繁殖 眼虫藻的有性繁殖法虽有报告，但尚未証实，是否正确还不知道，姑且附記在这里，以供参考。据説眼虫藻先产生同形配子，配子的形状象变形虫一样，交配后，成为接合子。接合子并不休眠，立刻分裂成为多数微小的个体。

生长环境 春夏季候，发生在淡水池沼里或者人、畜踐踏的路旁，泥坑、积水也常常滋生。且分布普遍，到处都有。

眼虫藻綱提要

(1)因为眼虫是动物学者所常用的名詞，現在旣然放在藻类，所以笔者用眼虫藻这个名詞。(2)特性方面属于动物的，比較植物方面的多。 (3)它們是鞭毛类的一支。 (4)液泡及纤毛与綠单胞藻綱很相类似，它們彼此或有关系。 (5)这綱植物很是下等。

第十一章　褐藻綱(PHAEOPHYCEAE)

本綱特征　本綱植物的植物体是多細胞的綫形体，或成薄壁組織状的构造。也有的分化复杂，內部有組織的分化，外部有"莖"、"叶"的区别。有色体除普通的色素外，另含有棕色的岩藻黄素。在下等种类中，偶有发見与淀粉核相似的顆粒。光合作用的产物，普通是酒精及少量糖質与脂肪，和多糖类的褐藻淀粉。植物体发生岩藻囊，裝儲排泄物質。游动孢子通常有 2 根側生的纖毛。游泳时，1 根向前，1 根向后。游动孢子囊及配子囊有 1 室与多室之别。

繁殖方法　有性繁殖与无性繁殖都有。配子从同形的，經过同形异积的，而进化到异形的。雌配子通常脫出雌配子囊之外，然后交配。接合子直接萌发。幷不休眠。

生长环境　这綱藻类多数生长海水中，但也有产在淡水中的。褐藻类繁多，分类方法也有不同，年来藻类学家有主張依各植物单倍(N)与双倍($2N$)体的世代关系，而分为 3 大类，且叫做等世代綱(Isogeneratae)、不等世代綱(Heterogeneratae)及无孢子綱(Cyclosporae)的[Smith d 1948]。也有主張仍不另設綱，而分为 9 目的[Fritsch b 1945]。現在参取两种不同的意見，摘取其重要而有关演化的各目，分述如下:

水云目(ECTOCARPALES)

本目特征　本目植物种类繁多，其单倍(N)与双倍($2N$)植物体完全分开，且彼此很相类似。植物体成单行細胞或多行細胞的綫形体，也有成薄壁組織状的。植物体直立或不直立。細胞的分裂是居間分裂。孢子体有的仅仅产生单室孢子囊，也有产生单室、多室两种的。減数分裂仅限于在单室孢子囊中进行。无論单倍或双倍植物体所产生的多室孢子囊，其原生質体虽分裂，而不是減数分裂。因此，生长在单倍植物体的是配子囊，它所产生的是配子。而生长在双倍体的是游动孢子囊，它所产生的是双倍体的游动孢子。

水云属(*Ectocarpus*)

构造　全体是分枝的綫形体，分直立和匍匐两部分。匍匐枝的細胞成单行排列，分枝不很規則，枝各成为假根状，且常常伸长进到基部里面去。直立部分分枝繁多，枝条是假对分的，它的細胞也成单行。枝端成毛状或比較尖細(图 55. *A*)。常有假根状的枝条，自上而下圍繞生长于主枝的四周，成为假皮层状的构造。配子与孢子 2 植物体的形式、体积都极相似。　细胞构造　每枚細胞中含 1 枚細胞核。叶綠体碟状，或带形，側生，也有的分裂成网状。細胞分裂是居間分裂。繁殖器官　繁殖器官普通生在短形側枝的梢头。孢子体植物生长单室頂生的孢子囊及类似配子囊的多室孢子囊。配子体植物生长多行細胞的多室配子囊。配子同形或异形（同形异积），配子

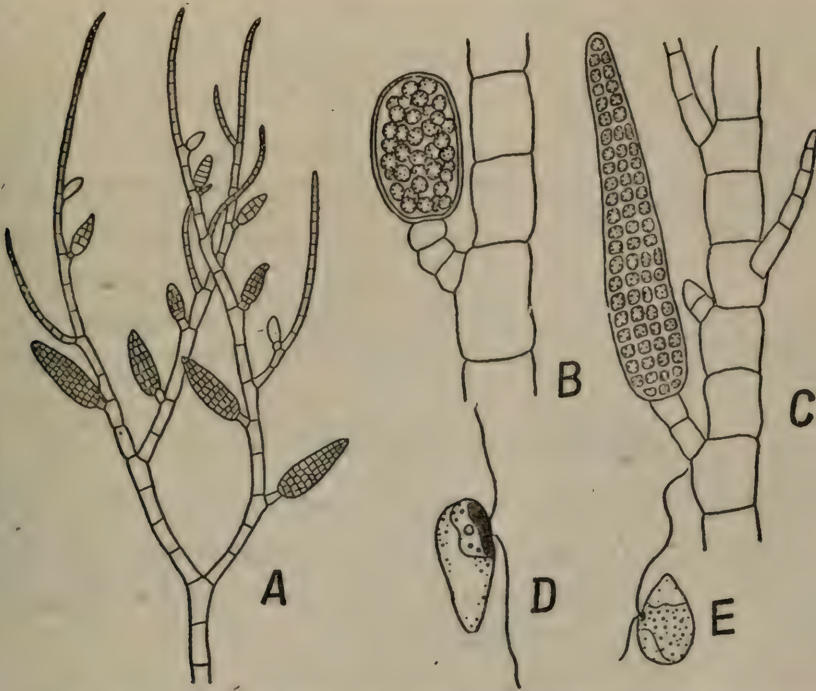


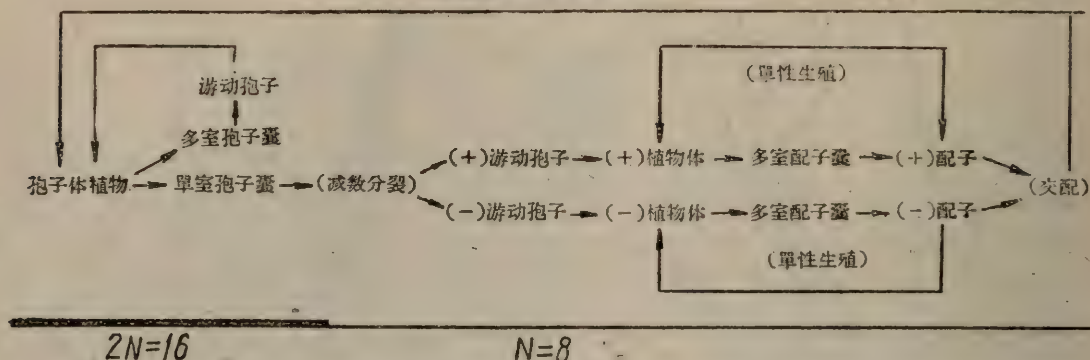
图 55. 水云: *A*. 植物体的一部分; *B*. 孢子囊; *C*. 配子囊; *D*. 游动孢子; *E*. 配子。
(*A*. 临实物标本, *B*—*E*. 仿 Coulter 重繪)

成熟时从配子囊頂端所开的孔穴出外。

繁殖方法 (1)配子体植物的繁殖 水云的植物体,普通分成孢子体及配子体两种。而配子体又可分为雌、雄配子植物体,因为雌、雄配子是异体而生的。繁殖之时,在孢子体植物側枝的末端,发生球状单細胞的孢子囊(图 55. *B*)。囊中的原生質体經減数分裂后,产生游动孢子。游动孢子長卵圓形(图 55. *D*),一端較鈍,他端較尖,有色体生在鈍端,側面生 2 根纖毛,各指向孢子的一端。游动孢子休眠后,萌发成 1 个新植物,这个新植物的外形与孢子体的母体水云完全相似,不过染色体的数目是(N),而不是($2N$),因此是配子体植物。由此植物生長配子囊(图 55. *C*)。配子囊長形,頂端略为尖細,基部較为粗鈍,內分多室,室小而形方,每室产生 1 枚配子(图 55. *E*)。同一个植物体产生的配子,不能交配,因为(+)及(−)配子是异体而生的。不同性的配子交配后,成为接合子,由此直接发育成 1 个新植物体,这个植物是孢子体($2N$)。配子不經交配,也可自行发育成新植物。这种現象叫做单性生殖。 (2)孢子体植物的繁殖 孢子体植物,除象以上所述,发生单室孢子囊,产生单倍(N)游动孢子而外,也能生長与配子囊相同而多室的孢子囊,它的原生質体不行減数分裂而分化成孢子体性質的游动孢子($2N$)。从这种游动孢子所萌发的新植物,也是孢子体,而不是配子体。現在用長囊水云(*Ectocarpus siliculosus*)为例,以表明水云的生活史(这种水云的配子体的染色体是 8 枚,孢子体是 16 枚)。

生長环境 水云种类繁多,产地各异,通常生長在較冷的海水中,但也有生在溫暖的海中的。而長囊水云(*E. siliculosus*)的配子植物体則附生在他种褐藻(例如,*Chordaria*)上。

长囊水云生活史图表



馬鞭藻目(CUTLERIALES)

本目特征 本目植物的孢子和配子2种植物体也完全分开,但其形式并不完全相似。是单、双2倍植物体, 向不等体形演化的开端。配子体植物具多行細胞的綫条体。其生长分裂是基部生长。孢子体植物生长的单室孢子囊产生游动孢子。配子体植物生长多室配子囊。雌、雄配子虽是同形,而体积的大小不同,但也称为异形配子。

馬鞭藻属(*Cutleria*)

构造 馬鞭藻的植物体也分配子体与孢子体, 而配子又須遇着异体产生的方能配合。孢子

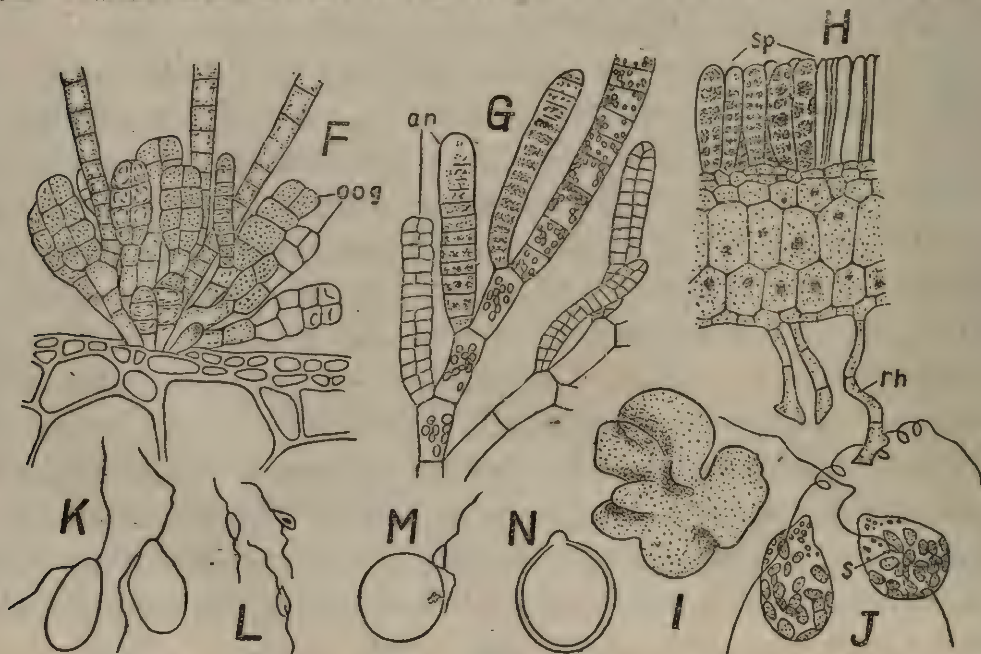


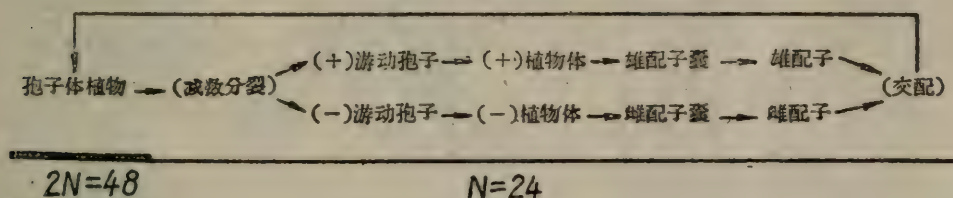
图 56. 馬鞭藻: *F*. 配子植物体切面及雌配子囊群; *G* 雄配子囊枝; *H*. 孢子植物体的切面,表示孢子囊及假根; *I*. 孢子植物体的外形; *J*. 游动孢子; *K*. 雌配子; *L*. 雄配子; *M*. 交配; *N*. 交配后期。 *an*. 雄配子囊; *oog*. 雌配子囊; *s*. 眼点; *sp*. 孢子囊; *rh*. 假根。(*F*. 仿 Thuret 及 Bornet, *G*. 仿 Thuret, *H*—*J*. 仿 Kückuck, *K*—*N*. 仿山内秀雄, 都重繪)

体形,如断柄而倒复的荷叶(图 56. *I*)。断柄之处有稍为隆起的小柱。全体細胞是 3,4 层。上、下层是表皮(图 56. *H*),假根从下表皮生出,孢子囊密生在上表皮之外,排列整齐。配子体是扁平長条而分叉的,或者是不規則的扁平体,但下部分都有柄,附着在他物的基部。雄配子植物体上生长长形而較尖的雄配子囊,这种囊是多室的(图 56. *G*),每室产生 1 枚雄配子。雌配子植物体上生长雌配子囊,雌囊較雄配子囊为粗鈍,也分多室(图 56. *F*),每室产生 1 枚雌配子。雌、雄配子体积的大小虽有不同,而形状却很相似,都是卵圓形,而有 2 根侧生的纤毛(图 56. *K*, *L*)。但交配之前,雌配子的纤毛先行收縮,全体成圓球形,然后交配。

繁殖方法　馬鞭藻孢子体(2*N*)的染色体的数目是 48,而配子体的(*N*)是 24。(1)无性繁殖　植物的雌、雄配子交配后(图 56. *M*, *N*)成为接合子(2*N*)。由此直接发育 1 荷叶状的孢子植物体(2*N*)(图 56. *I*)。孢子囊密生在孢子植物体(图 56. *H*)的表面,囊中初含 1 个(2*N*)的細胞核,分裂 3 次后,成为 8 个,縱裂为 2 行,每 1 个細胞核与包圍的細胞質組成 1 个游动孢子(图 56. *J*)。孢子是配子体(*N*),因孢子囊中細胞核分裂到第 2 次(4 个)时,是减数分裂。　(2)有性繁殖　游动孢子萌发,又分化为配子体植物,由此产生雌、雄配子。

生长环境　生于海水中。

馬鞭藻生活史图表



昆布目(LAMINARIALES)

本目特征　属于这一目的藻类,通常具有巨大的孢子植物体,而且分化非常繁复。配子体植物则与孢子体恰巧相反,都是些微小簡单的綫形体。因此,这一目可以列为不等世代綱(Heterogeneratae)。昆布目植物的孢子体,通常分化成筒状的杆、假根和叶状的带片。細胞分裂限于带条与柄之間,是居間生长。无性繁殖时,在孢子体植物叶状带条表面发生的子囊群的孢子囊中,产生单倍(*N*)的游动孢子。由此萌发成雌、雄配子体植物。有性繁殖时,雌、雄配子植物上,分别生长雌、雄配子囊,雌、雄配子囊中各产生 1 枚配子,配子是卵式而异形的。

昆布属(*Laminaria*)

构造　孢子植物体很巨大,长到 2—3 米(图 57. *A*)。植物最下的部分是假根,假根有附着作用。假根之上有杆,或称柄,杆圓形,杆的上面有扁平而狭长的叶状带片,在"叶"的基部有生长組織。杆的細胞很有分化,在周圍的分化成光合作用的"皮层"組織,中央部分发育成为貯藏的髓部

組織，有些是长形細胞，其两端有小孔和維管植物的篩管細胞相似。带片的面部发生小圓块的凸起，凸起之中丛生單細胞的孢子囊及綫状体的隔絲細胞。每1枚隔絲細胞的頂端有胶質冠（图57. *B*)。雌、雄配子囊由不同的配子植物体发生。昆布的雄配子体是不規則的，分成若干单細胞的綫状体，雄配子囊生在雄配子植物体之旁，它的前端比較透明些。雌配子植物体通常只有几个細胞，其中1枚发育成雌配子囊（图57. *C*—*E*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 由孢子体植物的孢子囊中，产生32或64枚(*N*)游动孢子，游动孢子的形状很小，在其側面具有2根纖毛。游动孢子发育成雌、雄配子植物体。(2)有性繁殖 由雄配子植物体生長雄配子囊，每1囊产生1枚有2根纖毛的雄配子。（图57. *D*)。另由雌配子

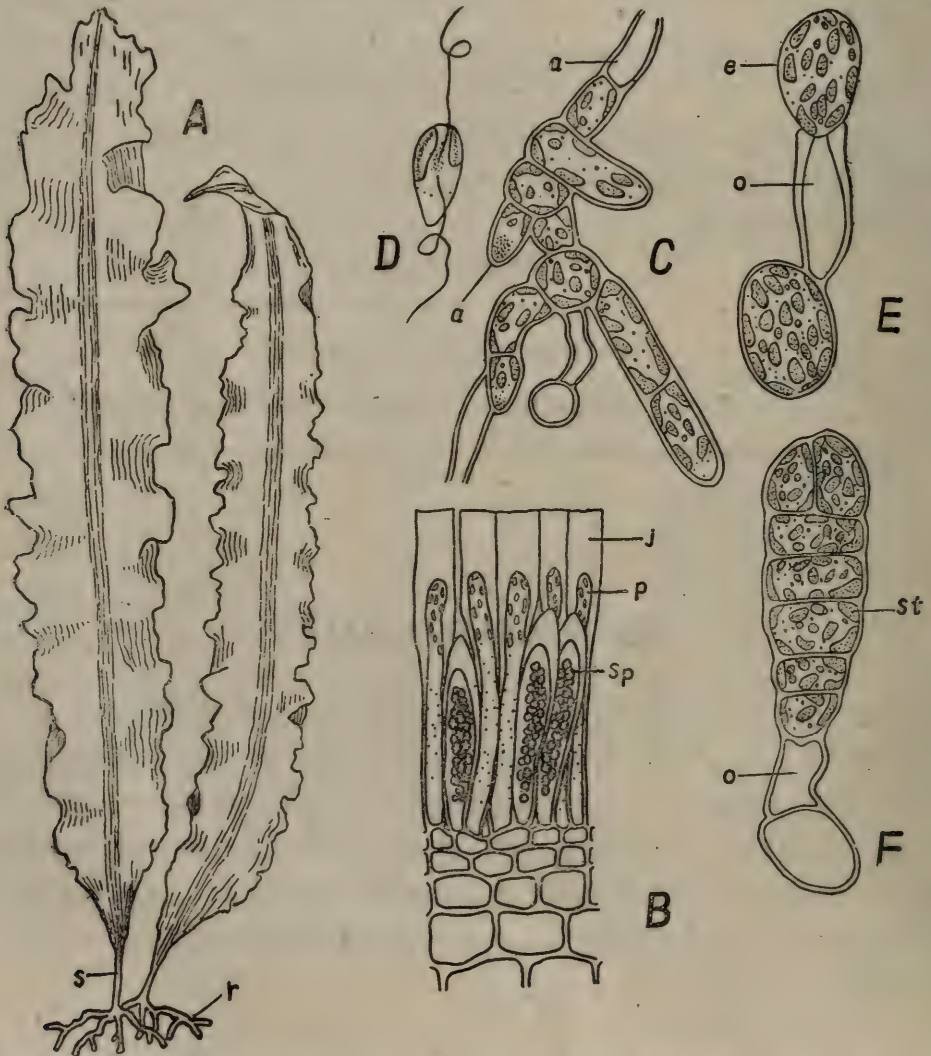
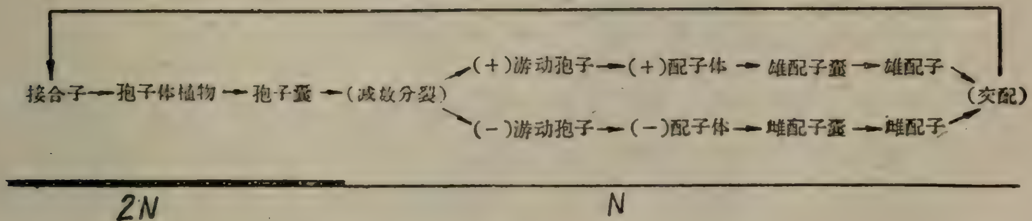


图57. 海带：*A*. 孢子植物体；*B*. 孢子体的切面，表示孢子囊、隔絲及胶質冠；*C*. 雄配子植物体及雄配子囊：*D*. 雄配子；*E*. 雄配子体；*F*. 幼孢子体。*a*. 雄配子囊；*c*. 雌配子；*j*. 胶質冠；*o*. 雌配子囊；*p*. 隔絲；*r*. 假根；*s*. 柄；*sp*. 孢子囊；*st*. 幼孢子体。(*A*. 采自烟台，*B*. 临切片，*C*—*E*. 自 Haupt 仿 Kanda 重繪)

植物体产生的卵形細胞，就是雌配子囊，囊中产生1枚圓形而不能游动的雌配子。成熟时，雌配子囊的頂端发育成1个孔穴，雌配子从这个孔穴出外，但仍与囊粘連而不远离(图57.*E*)。雌、雄配子交配后，成为接合子。萌发　接合子細胞漸漸長大，且逐漸横断分裂为几枚細胞(图57.*F*)。其最下的細胞，漸漸延長，向下生長，成为假根。上端的細胞，漸由横断而縱裂，分化成柄及叶状带片。

生长环境　昆布多生在比較淸凉的海水中，日本沿海多有产生。东方人用作食品，我国海味中的海带(*Laminaria japonica*)就是其中的一种。烟台有試驗場，专門养殖海带。青島中国科学院海洋生物研究室用人工培育幼苗，試驗繁殖栽培，得到成功。而最近浙江、福建这些比較温暖的南方沿海省份，也正在紛紛地栽培推广之中，已經証实了非但生长良好，而且产量丰富。同时証明植物生长的环境是可以用人工来改变的。

昆布生活史表图



繩藻属(*Chorda*)

构造　繩藻的孢子体不分枝，黃褐色，成細长条状体。基部有假根，条状体內部构造是多細胞的薄壁組織，且因中央的細胞較小，周圍的較大，而有"皮层"与"髓部"的分別。繩藻的分生組織也是在基部的，孢子囊丛生于"表皮"之外，有很多隔絲。配子体与昆布相似，也是簡單的綫体，雄配子植物体分枝特盛。其他关于生活史方面都和昆布相仿佛。

生长环境　繩藻生长环境和昆布相同，可供食用，也可以代茶，在山东烟台、青島和福建厦門等处，都有产生。

囊根藻属(*Saccorhiza*)

构造　植物体的下部分有膨大的球，球上有杆，最上有平面开展的叶状体，叶的边緣有深淺不等的缺刻(图58.*D*)。

它的世代交替都与昆布完全类似，生长环境也是比較冷凉的海水。

其他大型种类：褐藻中巨型而有分化的种类，除囊根藻之外，还有很多，象：产于南冰洋的巨藻属(*Macrocystis*)，它的假根附着在岩石上，叶部浮在水面，長达100多米(图58.*B*)。海棕櫚属(*Postelsia*)植物的体积巨大，且有分化，下有分枝的假根，中有粗大直立的基干，上有条状丛生的"叶片"(图58.*A*)。海蕪菁属(*Neurocystis*)除假根及"叶"与海棕櫚相似外，其基部发育成为細长柔軟的长条。而頂端膨大成1大球，球上丛生条状"叶片"(图58.*C*)。这些都是著名的。

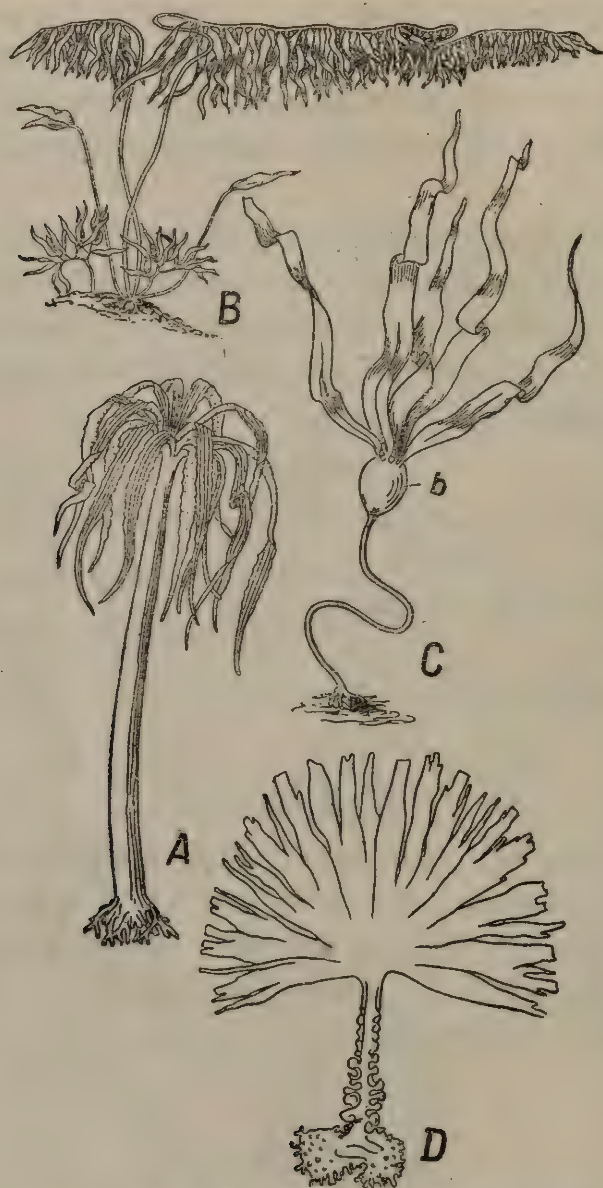


图 58. *A.* 海棕櫚; *B.* 巨藻; *C.* 海燕菁; *D.* 囊根藻。*b.* 气囊。(*A. C.* 仿 Coulter, *B.* 仿 Hooker 及 Harvey, *D.* 仿 Sauvageau, 重繪)

黑頂藻目(SPHACELARIALES)

本目特征 本目藻类是等世代变替的。植物体很明显地分化成匍匐与直立两部分，并分化成薄壁組織的构造。它和昆布等目最大的不同，卽分生部分不是基部細胞，而限于頂端細胞进

行頂端分生生长。有色体通常盘状，每1細胞含有多枚。无性繁殖时，产生单室游动孢子囊，且有产生无性繁殖体的(芽体)。有性繁殖时，发生多室配子囊。配子囊有杆，生于枝梢。配子同形或异形(同形异积)。

黒頂藻属(*Sphacelaria*)

构造 植物体直立，多管式。分枝繁多，枝圓筒形。枝端有1枚分生的生长細胞。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (a)小枝基部发生离层組織，特化成无性繁殖体，或称芽体。(b)发生单室游动孢子囊，产生游动孢子。(2)有性繁殖 有性繁殖时，发生多室配子囊，产生同形或异形(同形异积)的配子。其他关于繁殖方法及生活史方面，都和水云目相仿佛。

生长环境 这属藻类生长在南、北两半球海水中。

网地藻目(DICTYOTALES)

本目特征 植物体褐色，成略具分化的薄壁組織状构造，枝条常常对分。生长是頂端分生生长。无性繁殖时，发生单室孢子囊，产生不能游动的四分孢子。有性繁殖时，产生异性配子，且雌配子是卵形的。这目藻类是等世代交替的，配子与孢子2植物体都相似而沒有分别。

网地藻属(*Dictyota*)

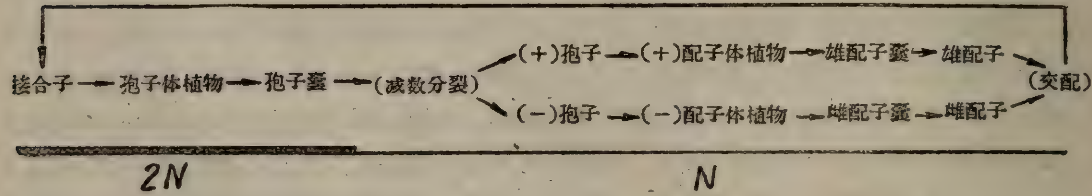
构造 (a)孢子体 网地藻的孢子植物体分化成假根、"茎"及"叶"3部分。全体扁狭，呈带形，分枝繁多。分枝时，都是对分的(图59. *A*, *I*—*M*)。叶面生长孢子囊，每1个孢子囊中，最初有孢母細胞1枚，經减数分裂后，成为四分孢子(图59. *N*, *B*—*E*)，此种孢子都不能自行游动。每1枚四分孢子所分化的4枚孢子，其中2枚是雄性的，2枚是雌性的。雄性的发生雄性配子植物体，雌性的发生雌配子植物体。(b)配子体 配子植物体是无甚分化的原叶体，雌、雄配子异体而生。在雄配子体的表面，有鼓起的团。每团之中，有丛生的雄配子囊(100—200枚)。每1囊內有雄配子很多(約1,500枚)(图59. *P*)。雄配子梨形。体积极为纤小，細胞核在后端，眼点在前，纤毛1根(图59. *R*)从眼点的旁边长出而指向体前。也有人說，有长短纤毛2根的，但未能証实。雌配子囊生于雌配子植物体的表面，其形状与雄配子囊相似，也是丛生的(25—50枚为1丛)，但細胞较大而已(图59. *O*)。每1枚雌配子囊內，产生雌配子1枚。雌配子圓形，体积很大(图59. *Q*)。成熟时，由囊內脫出于水中，这是和鹿角菜目相似之处。

繁殖方法 (1)无性繁殖 网地藻的无性繁殖方法，就象以上所述。孢子植物体产生四分孢子，从这种孢子发育成有性的配子体植物。(2)有性繁殖 由配子体植物发生雌、雄配子囊，分别产生雌、雄配子，配子在水中交配，成为接合子。由接合子直接分化，成1个孢子体的新植物。

生长环境 网地藻目植物产于热带及温带的居多，日本北海道、挪威沿海，生产的亦不少。我国山东沿海象青島、烟台，河北省的北戴河，福建厦門，都有发現。

图 59. 网地藻: *A*. 一部分的孢子植物体; *B–E*. 从四分孢子到孢子; *F–H*. 四分孢子萌发的幼苗; *I–M*. 頂端細胞; *N*. 植物体切面和孢子囊群; *O*. 雌配子囊; *P*. 雄配子囊; *Q*. 雌配子及交配; *R*. 雄配子。*a*. 雄配子囊; *ep*. 表皮細胞; *i*. 分生細胞; *m*. 植物体的中部細胞。(*A–H*. 仿 Dangeard, *I–M*. 仿 Reinke, *N–O*. 仿 Thuret 及 Bornet, *P*. 仿 Reinke, *Q–R*. 仿 Williams, 重繪)

网地藻生活史图表



鹿角菜目(FUCALES)

本目特征 本目藻类的植物体都是多年生的孢子体，有分化，成薄壁組織状的扁平或筒形构造；分枝是二叉式的，枝向一方面生长，或向四方輻射生长。全枝的分生，限于1枚頂端生长細胞。枝有分为繁殖枝与营养枝两种的(第一編卷首图)。繁殖枝当繁殖之后，全枝或一部分自行

退化。繁殖器官　生在特殊构造的生殖窠中，生殖窠生于枝端膨大的托中。雌、雄配子同体或异体。配子囊中細胞核第一次分裂时是减数分裂。雌配子囊含 8 枚細胞核，形成 1, 2, 4 或 8 枚单細胞核的卵形雌配子。雄配子囊中产生雄配子 64 或 128 枚。雌、雄配子脫离母体后，于海水中交配，并直接萌发成 1 个双倍(2*N*)的新植物体。本目植物沒有发生无性繁殖的，且不产生孢子。除配子之外，并沒有单倍(*N*)的植物体。

墨角藻属(*Fucus*)

构造　墨角藻附着海岸岩石而生。基部有盘状体，作为附着之用。基部之上是扁平成带形的条片，带的寬狹与普通打字机所用的带相似，且可連續分枝。分枝时，絕对平均对分成两枝。且全植物体成为一平面，每枝的末端有膨大的托（图 60. *A*)。托上滿生小孔，小孔之內是生殖窠（图 60. *B*—*C*)，小孔就是它的口。雄配子囊与雌配子囊同生一窠，或不在一窠。窠中生隔絲甚

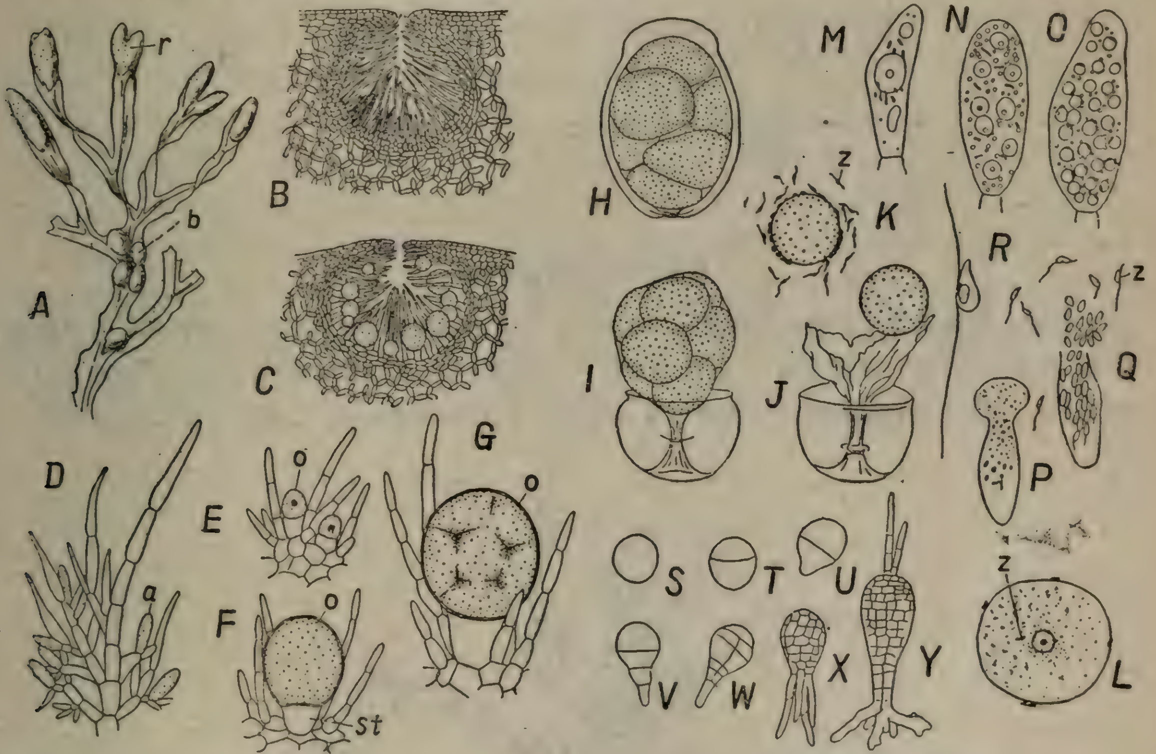


图 60. 墨角藻：*A*. 植物体的一部分；*B*. 雄配子生殖巢；*C*. 雌配子生殖巢；*D*. 雄配子囊枝；*E*. 雌配子囊；*F*. *G*. 雌配子的形成；*H*–*J*. 雌配子的发育；*K*–*L*. 交配；*M*–*Q*. 雄配子形成；*R*. 放大的雄配子；*S*–*Y*. 接合子的萌发。*a*. 雄配子囊；*b*. 气囊；*o*. 雌配子囊；*r*. 托；*st*. 囊柄；*z*. 雄配子。(*A*–*L*. *P*–*Q*. *S*–*Y*. 仿 Thuret, *M*. *O*. *R*. 仿 Dangeard, 重繪)

多。雄配子囊是单細胞，稍微膨大而成，內生雄配子多枚。雄配子体形甚为纖小，紅色，有 2 根纖毛，生于两端(图 60. *R*)。雄配子囊数枚，生于分枝的綫体上，叫做"雄配子囊枝"。

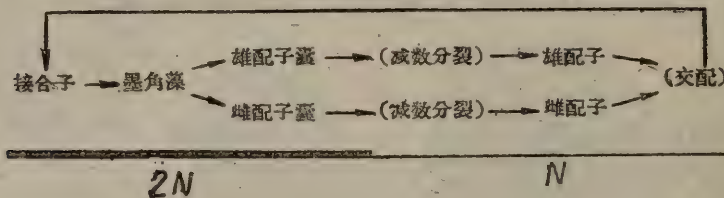
雌配子圓球形，无纖毛，通常每 1 个雌配子囊中，最初有 1 个細胞核，經减数分裂后，成为 8 枚。成熟时，囊膜自行破裂，雌配子就被脫出于水中。雌配子囊各个分离而生，不象雄配子囊那

样集生在1枝上(图 60. $H—K$, $L—N$)。在墨角藻的枝带上,有膀胱状的气囊。气囊生长的部位幷无一定。每两枚幷排成对,或不成对。

繁殖方法 墨角藻繁殖方法,只有有性一种。当雌、雄配子在海水中交配后,成为接合子。接合子細胞不需要經过休眠,就立卽分为上、下2个。上細胞分化成枝叶,行使营养、繁殖的功能。下細胞发育成为盘状基部,为固定植物体之用(图 60. $S—Y$)。接合子未經减数分裂,而直接发育成1新植物。因此,这个新植物是孢子体,而不是配子体。通常墨角藻孢子体的染色体数目是64,配子体的是32,雌配子細胞核由1个分裂为2个时,卽是减数分裂。由2到4,4而8时,都是普通分裂。

生长环境 墨角藻生长于海岸岩石上,潮来則浮,潮落則悬于岩石上。

墨角藻生活史图表



馬尾藻屬(*Sargassum*)

构造 馬尾藻分化特盛,全体可以分为根、莖及叶状的构造,且在"叶"的腋部有浆果状的小圓球,卽是气囊(第一編卷首图)。分枝的方向与墨角藻不同,是向四周輻射分出,幷不限于一平面之上。此外,关于繁殖器官以及繁殖方法等都与墨角藻彷彿相同,但雌配子細胞通常仅仅1

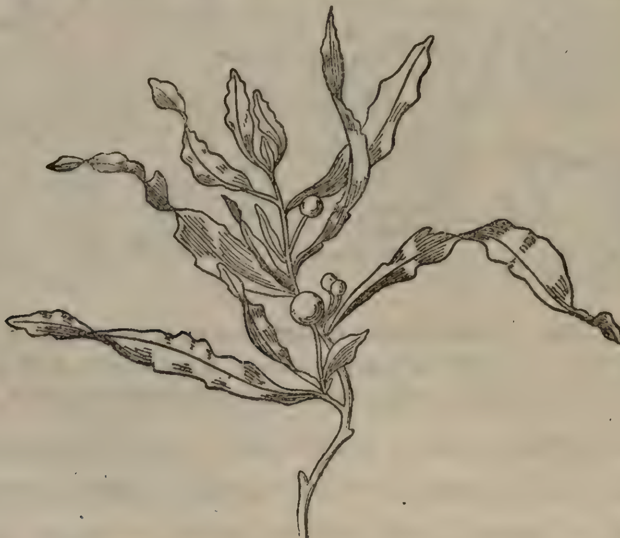


图 61. 馬尾藻的一枝。(仿 Coulter 重繪)

枚,这是它們不同之处(图 61,及第一編卷首图)。

生长环境 普通生长于海岸近旁。但大洋中有"馬尾藻海",是漂流的馬尾藻密集而成的特殊境界。在此境內,馬尾藻滋生繁盛,一望无际,所以有"馬尾藻海"的名称。我国河北省北戴河附近及山东烟台海岸,都有此属藻类。福建厦門沿海,产生馬尾藻属植物很多,常見的有:銅藻 *S. horneri*,鼠尾藻 *S. thunbergii*,半叶馬尾藻 *S. hemiphyllum*,羊栖菜 *S. fusiforme* 等等都是。最近大跃进以来,用以提取碘和鉀,并制成藻酸鈉和藻胶等医药和工业用品。

褐藻綱提要

(1)本綱植物所含的色素,除普通叶綠素而外,另有藻褐素混合于綠色之中。 (2)除网地藻目之外,游动孢子都有 2 根纤毛,且横生在体的中腰。 (3)植物体由微小綫形的进到薄壁組織的构造,最后到达具有分化成为巨大树状的。 (4)从等世代交替,进到不等世代,最后到无孢子世代。 (5)从同形配子,进到同形异体积的,最后到异形的。 (6)生长組織方面,下等种类是基部分裂生长,高等的是頂端細胞分裂生长。 (7)水云目最簡单,可認为是褐藻中的比較原始的。 (8)繩藻的生活史与昆布相同,而植物体簡单,所以認为是昆布目的原始种类,而同时又是与水云目相关联的。又昆布具有胚胎等特征,其进化的高下都可和蕨类植物相比。 (9)黑頂藻从水云目演化而出,而向頂端分裂生长的方向演进。 (10)鹿角菜目藻类在各方面都較一切藻类为进化,若用配子体与孢子体的交替来說,則其进化的程度几可与种子植物相比較。 (11)本綱植物自成一支,与現代高等植物的关系似乎很少。 (12)其中象海带可供食用,而馬尾藻属也多有經济价值。

第十二章　紅藻綱(RHODOPHYCEAE)

本綱特征　紅藻多数是复細胞植物，少有单細胞的。除普通叶綠素外，含有藻紅素及藻藍素，所以通常呈紅色，或紫色，但也有綠色的。有淀粉粒状的顆粒。光合作用的产物是多糖类的紅藻淀粉。此种淀粉是一种与普通淀粉相似之物。本綱植物无游动孢子，且无纤毛。植物体从綫形到有分化而成为枝叶状的。繁殖器官的构造，繁复异常。其雌配子囊的上端有特别延长的受精絲，且产生果孢子。其雄配子囊只产生不能游动的雄配子。这綱植物中，有同一植物的孢子体及配子体 2 种都很发达的，所以它的世代交替非常明显。这綱共分 2 亚綱:

紫菜亚綱(BANGIOIDEAE)

本亚綱特征　植物体成多細胞的綫条，或成扁平的叶状体，綫条决不集合生长。細胞間无孔隙的联絡。細胞中含有藻紅素，及細胞核 1 枚。繁殖器官簡单，雌配子囊虽也称果胞，但仍然是单細胞的，并且沒有什么特化。接合子直接分裂，产生果孢子。此亚綱也有称做紅綿藻目的，属于这 1 目的有 2 属，其一是紅毛菜属(也称做牛毛海苔属或紅綿藻属)(*Bangia*)，另一属卽紫菜属(*Porphyra*)。这亚綱藻类产生于海水及淡水之中的为多，少有生长在陆地的。

紫菜目(BANGIALES)

本目特征　也有人把紫菜目放在藍藻中的，因其形态有相似之处。但紫菜目植物的細胞都有眞正細胞核，这是和藍藻不同的地方。又含有藻紅素，也与多数紅藻相同，因此多数藻类学者仍然将它們算作紅藻。又因构造及繁殖器官較一般紅藻为簡单，所以另放于紅藻之前而自成一支，且有命名原始紅藻亚綱(Protoflorideae)的。也有因本亚綱的藻类并非完全是原始种类，而有用紅綿藻之名的。本亚綱藻类的植物体，有单細胞、綫形、群体或薄壁組織状等各种不同的构造。細胞中常常具有 1 枚軸生分叉的有色体，及 1 个淀粉核。本亚綱植物显著的植物体是配子体。

紅毛菜属(*Bangia*)

构造　紅毛菜植物体的构造，視其老幼而有不同。幼小的，成单行綫形体(图 62. *A*)，最下的 1 枚細胞延长成为假根 [Dangeard 1933]，老时，全体下部各細胞都可发生无隔的假根 [Fritsch b 1945]，从包圍体外的膠質层中穿出，而分散于基部的周圍[Fritsch b 1945]。假根无色，专行吸收与固定的功能。植物体上部营养細胞横分成多个，連續排列成一綫条。細胞之外有膠質层

包圍着，此单条綫体卽幼小紅綿藻的植物体。其后植物体漸老，营养細胞逐漸各自依照輻射綫而縱裂，至植物体就成了1根复細胞的多行綫体（图62. *B*）。細胞构造 細胞中含有色体1枚，在幼小植物的細胞中，是分裂而有深缺刻的。細胞漸老，缺刻愈裂愈深，就成了放射形。有色体之外，另有淀粉核和細胞核各1枚（图62. *D*）。

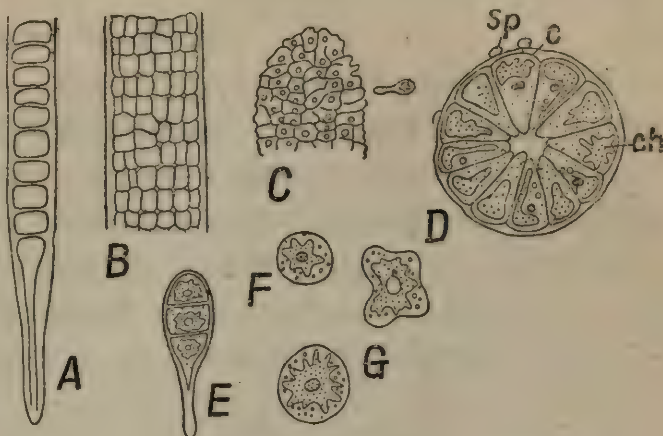
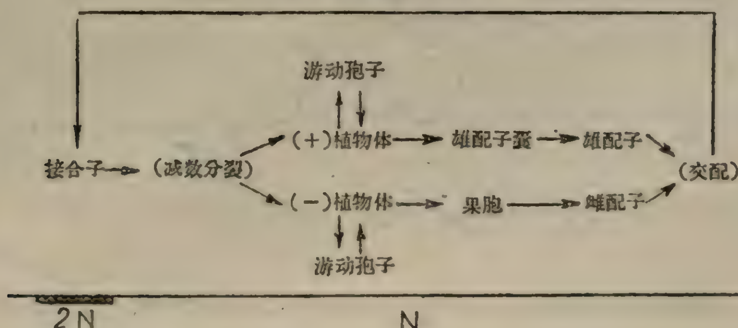


图62. 紅毛菜：*A*. 幼植物的下半部，表示假根及营养細胞；*B*. 老植物体的一段；*C*. 植物的尖端表示果孢子的发生；*D*. 植物体的横剖面表示果胞及交配；*E*. 3枚細胞的小植物；*F*. 果孢子；*G*. 游动孢子。*c*. 果胞；*ch*. 叶綠体；*sp*. 雄配子。（仿 Dangeard 重繪）

繁殖方法 (1)无性繁殖 营养細胞可自行分裂，成2到4个变形虫状的孢子（图62. *G*）。孢子游泳于水中，經24小时后，游泳停止。先行分泌細胞壁及膠質层，継而长成长形的細胞，最后横裂为上、下2細胞。下細胞經过延长与色素的退化而成假根，上部的細胞不断地横裂便成为1綫形体(图62. *E*)。 (2)有性繁殖 紅毛菜的有性繁殖方法，极为簡单。雄配子植物体的細胞自行分裂，成为多数体积微小的雄配子。成熟时，从母体中外出，被海水带到雌配子植物体，而行交配。雌配子植物体的营养細胞中，自行分化成果胞。果胞卽是雌配子囊。紅毛菜的果胞与普通营养細胞沒有什么区别，不过多貯食物而已(图62. *D*)。 交配 雄配子經海水的漂流而达到雌配子植物体，随卽粘附于果胞之外，其原生質体經受精管而进入果胞。雌、雄配子的核交配，成了1个接合子。 萌发 接合子分裂2次，产生4个配子体的孢子。此种孢子，名为果孢子(图62. *F*)。萌发时，果孢子起初长成1原絲体匍匐状的綫条。此种現象与蘚类(Musci)极为相似。

生长环境 在海水、淡水中，都可生长[Dangeard 1933]。也有人說，紅毛菜是紫菜中惟一能产生于淡水的[Smith a 1933]。我国东南沿海島屿、海岸，都产生紅毛菜，可供食用。

紅毛菜生活史图表



紫菜属(*Porphyra*)

构造 紫菜和紅毛菜的差别有限,不过假根較多。而植物体分上、下 2 部分。上部分是扁平而粘滑的叶状体。叶状体的外形因种的不同,而有圓形、腎形、長卵形以及近于圓形等等。叶状体是 1 层或 2 层細胞所构成的,細胞中含有 1 个或 2 个軸生的星形色素体,內含 1 枚淀粉核。下部分是盘状或半球形的固定器,附着于岩礁或其他基层上。

繁殖方法 (1)无性繁殖 叶状体进行无性繁殖时,产生单孢子,单孢子萌发又可发生叶状体。(2)有性繁殖 紫菜是雌、雄同体或异体的植物,进行有性繁殖时,产生雄配子囊(精子囊)和果胞。雄配子囊中多数种类产生 64 或 128 个、少数种类产生 16 或 32 个白色而不具纤毛的雄配子。果胞內,含卵式雌配子 1 枚。果胞上端,在一些种类,具有長短不一的原始受精絲。交配 雄配子随水漂流至果胞,粘附后,長出 1 根雄配子管(精子管),雄配子由管进到果胞內与雌配子接合成接合子。萌发 萌发时,接合子經減数分裂,直接产生 4, 8, 16, 24 或 32 枚果孢子,果孢子萌发成絲状体,进入貝壳內蔓延生長。成熟时,产生壳孢子,由壳孢子萌发再長成叶状体的紫菜。除了这 2 个主要阶段以外,紫菜在夏季还可以由壳孢子萌发成几毫米寬的小型紫菜以渡过夏季,到了秋季又長成普通形态的紫菜,小型紫菜以单孢子繁殖。

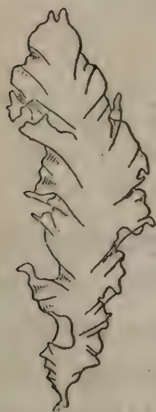
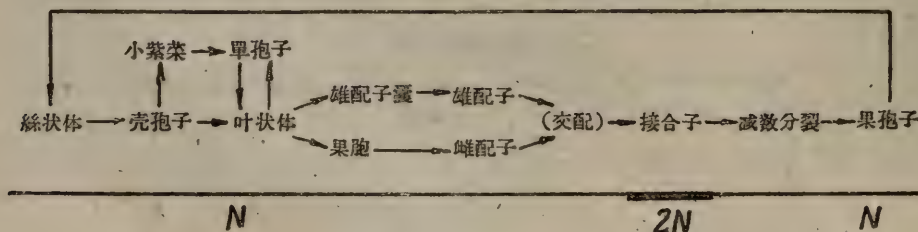


图 63. 紫菜的外形。
(按实物抽象繪画)

生長环境 紫菜生長于溫暖海水中的岩石上,分布广泛,我国东海和南海一帶海岸及島屿都有生产,其中象:福建的莆田、东山、平潭、霞浦、福鼎,山东的青島,浙江的舟山、嵊泗、鎮海,广东的汕头,东湖这些地区更是著名,年产干品总量約在 400,000 市斤左右。据曾呈奎、張峻甫二氏报告[曾、張 1956]我国所产紫菜約有 10 种之多,其中习見的是:圓紫菜(*Porphyra suborbiculata*)、長紫菜(*P. dentata*),以及甘紫菜(*P. tenera*)这 3 种。紫菜含碘質很多。我国人民从古以来,即認为它們是重要的副食品。

甘紫菜生活史图表



眞紅藻亚綱(FLORIDEAE)

本亚綱特征 植物体分化成多管式或单管式的綫条体,常有胶質。孢子体与配子体通常分离生長,所以其世代交替极为显著。細胞間常常有特殊的細孔連絡。繁殖器官繁杂异常,雌配子

囊通常有較长的受精絲。紅藻屬于这1亚綱的很多，現在选擇其中簡单、复杂及中常的各一屬，作为代表。

海索面屬(*Nemalion*)

这1屬屬于海索面目(Nemalionales)。

构造 植物体生長低潮地区的呈深紅色，高潮地区的呈暗綠色。全体長約10余厘米，成直立分枝的条状体，下部盘状，附着于海中岩石上。由此发生1或多根条状体。每1根枝条成粉条状，有胶質(图64.*A*)。若將枝条放在显微鏡下观察，則見1条之內又分化为多条。且愈近四周，分枝愈是繁密。每条有1串連續不断的細胞，細胞之間各有細孔，細胞質由此通連。靠近周圍部分的細胞，含1枚星状有色体。

繁殖方法 这屬藻类只具有性繁殖，而沒有无性繁殖。繁殖器官 海索面是雌、雄配子异体，或同体而雌、雄配子先后而生的植物。在雄配子植物体上，产生雄配子囊(图64.*B*)。雄配子囊产生在側枝的端末。側枝产生雄配子囊时，先行分叉生長。这种分叉的枝子，叫做雄配子囊枝，其細胞較营养細胞为纖小，在枝末端的細胞，就是雄配子囊。雄配子囊中初含細胞核1枚，成熟时分裂成2枚。細胞成熟与母体脫离，随海流漂到雌配子植物体。雌配子植物体的側枝末端的最后3枚細胞，分化成为雌配子繁殖細胞。最上的1枚細胞，延長成1根細長的管，叫做受精絲。受精絲細胞的核不久即行消失。在受精絲下方的1枚細胞，膨大成球形的，是果胞或称果孢子囊，其作用等于他种藻类的雌配子囊。再下的是基部細胞。受精絲細胞与果胞，共称总果胞系(图64.*C*)。交配 当雄配子囊被海流带到雌配子植物的側枝，而粘附在受精絲的端头之后，2細胞交接处的壁不久消失，雄配子細胞核由受精絲直接进入果胞中。因果胞与受精絲間的細胞壁，在雌配子成熟之时，即已消失了。进入果胞的雄配子可能不止1枚，而与雌配子細胞核交配的則限于1枚。接合孢子萌发时，經过减数分裂，由1枚孢子体的細胞，分裂为2枚配子体細胞。由此継續分裂，成为多数細胞。每枚細胞向外延長生長，且行横断分裂，成1短綫体。此綫体通常是两节，末端的1节，膨大成1个孢子，就是果孢子(图64.*D*)。果孢子萌发时，原生質体脫出孢子壁而成裸露的細胞，然后萌发成新海索面。也有人把果孢子称为果孢子囊，而把裸露的原生質体称为果孢子的。

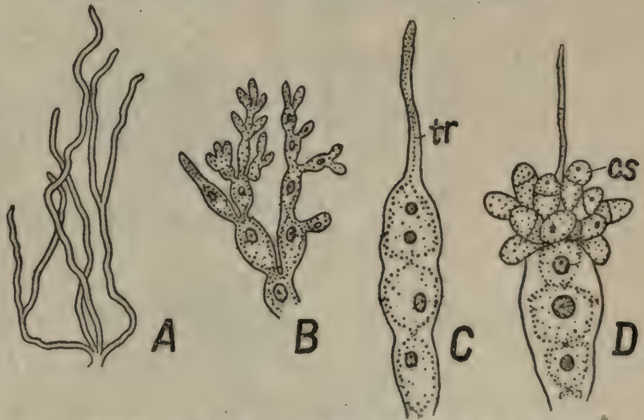
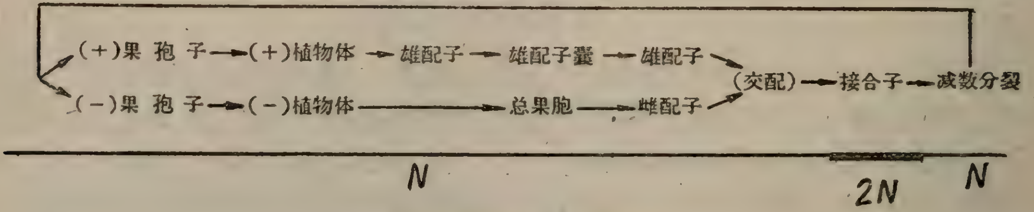


图64. 海索面：*A*.植物体；*B*.雄配子囊枝；*C*.受精絲、果胞和基部細胞；*D*.果孢子的形成。*cs*.果孢子；*tr*.受精絲。(*A*.仿 Fritsch，*B*—*D*.仿 Coulter，重繪)

生长环境 海索面可供食用。在青島附近和烟台，有少数生長；厦門及福建沿海島屿亦有产生，且产量似比山东为多。

海索面生活史图表



串珠藻属(*Batrachospermum*)

这 1 属属于海索面目(Nemalionales)。

构造 串珠藻有藍綠、橄欖、或紫等各种顏色,植物体是綫形体。有节与节間。側枝成輪,由节而生。全体基部,有附着的构造(图 65. *A*, *B*)。枝条中部,有 1 枚較大的細胞,其外緣有紆小細胞包圍着,这种細胞是由旁枝基部向下发生的。也有人把中央的大細胞叫做"髓",而把周圍的小細胞叫做"皮层"的。叶綠体側生,有裂,具 1 枚淀粉核。每枚細胞中含 1 枚細胞核。

繁殖器官及繁殖方法 (1)有性繁殖 雌、雄器官都从短枝发生。雄配子囊对生于雄配子囊

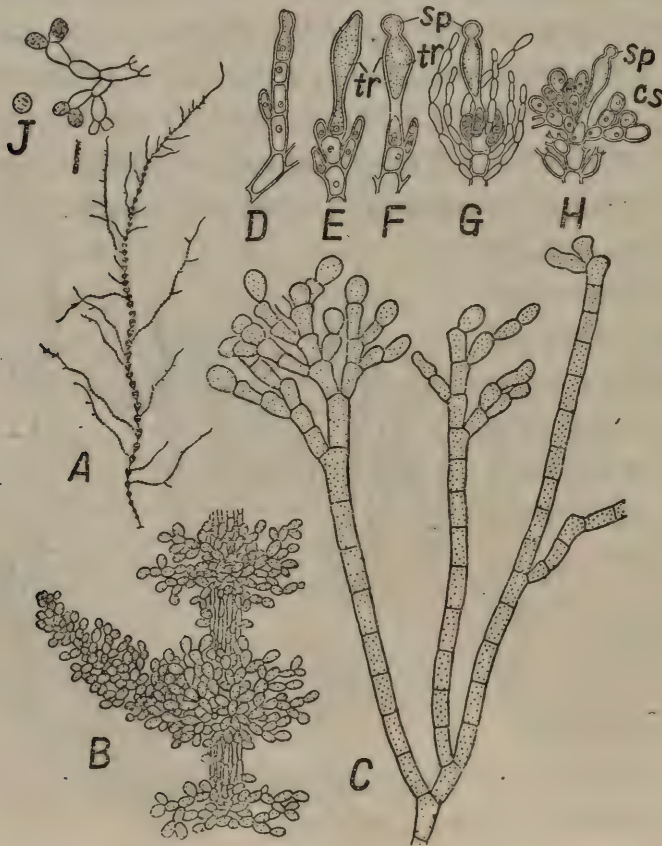


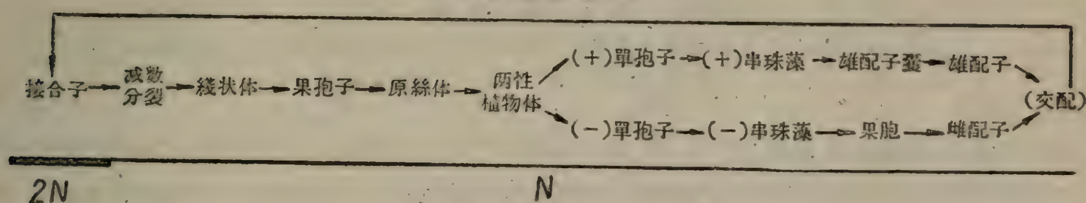
图 65. 串珠藻: *A*. 外形略图; *B*. 植物体放大的一部分,表示軸及枝; *C*. 无性体的一部分; *D*—*H*. 果胞的形成; *I*. 雄配子囊; *J*. 雄配子。*cs*. 果孢子; *sp*. 雄配子; *tr*. 受精絲。(自 Fritsch 仿 Kylin 重繪)

枝的端头(图 65. *I*)。每 1 个雄配子囊就是 1 枚单細胞。其原生质体产生同形无色而裸露的雄配子 1 枚 (图 65. *J*)。果胞生长于果胞枝的末端，果胞的构造与海索面相似，上有受精絲，下有果胞。受精絲通常膨大。当雄配子囊由水流带到受精絲时，便互相粘着。而裸露的配子囊就分泌細胞壁，但其原生质体則由雄配子囊壳的小孔穿过受精絲，达到果胞中，进行交配而成接合子。接合子不經休眠卽行减数分裂，并萌发成綫状体 (此綫状体有称作孢子綫体的，但实际是配子体而并非孢子体)。此綫状体也分节，每节是 1 枚单細胞。綫体末端的 1 枚細胞膨大，成为孢子，就是果孢子。每 1 个果孢子中，含細胞核及有色体各 1 枚。当接合子长成綫状体时，果胞細胞以下的一些基部細胞，也各向四周发生綫体，以圍护于周圍。这 1 团綫体(接合子及基部細胞共同所发育的)，共名为囊果 (图 65. *D*—*H*)。孢子成熟，其原生质体卽破壁而出。 (2)无性繁殖 果孢子直接发生新串珠藻，而萌发綫条形的原絲体。由此原絲体向上发生 1 个单行分枝的无性植物体(图 65. *C*)。由其枝头产生另种孢子，叫做单孢子。单孢子萌发可发育串珠藻，或偶然也有由无性体植物直接发生串珠藻的。

注意 串珠藻的有性及无性世代交替虽很明显，但与褐藻不同。因其有、无两性的植物都是配子体(*N*)，不似褐藻的 1 个是配子体，而另 1 个则是孢子体。此外其植物体除有性和无性的而外，又有雌、雄配子同体与异体之别。

生长环境 串珠藻多生于山溪流动的水中。笔者所发現的，象浙江杭州及江西新建望城崗前南昌大学校址附近等地。

串珠藻生活史图表



多管藻属(*Polysiphonia*)

这 1 属属于仙菜目(Ceramiales)。

构造 多管藻是紅藻中最复杂的，它的植物体共有 3 种之多。其配子植物体可分雌配子植物体与雄配子植物体 2 种(图 66. *A*—*B*)，此外，倘有孢子植物体。玆分述于下： (a)孢子植物体 多管藻的孢子植物体，也称四分孢子植物体(图 66. *C*)。当細胞成熟时，經过减数分裂，分化成为四分孢子。产生四分孢子的細胞称为四分孢子囊，四分孢子囊单独或多个成串生长。这种植物体是孢子体(2*N*)，其构造是多管而有节、且分枝的綫形体。全部直立或一部分匍匐，在匍匐枝的下面发生假根。上面发生直立的枝条。 (b)雄配子植物体 雌、雄配子植物体的构造与孢子植物体沒有什么不同，只是所发育的繁殖器官不同而已。在雄配子植物体的側枝上，生长雄配子囊。多数的囊丛生成球，象 1 串球葡萄(图 66. *D*)，卽是雄配子囊枝。在枝的中央有較为粗大的軸管細胞。軸管細胞多枚，連接成軸。由軸向四周发生的，是多数的短枝，每枝可横裂多次，末

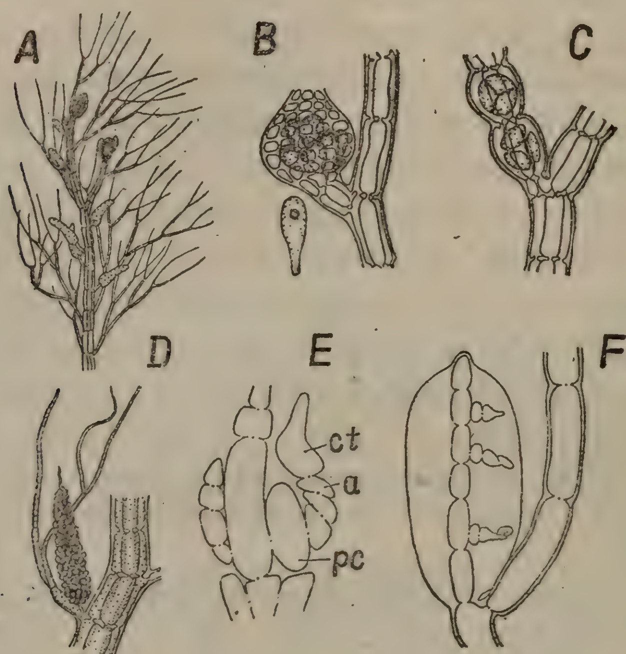
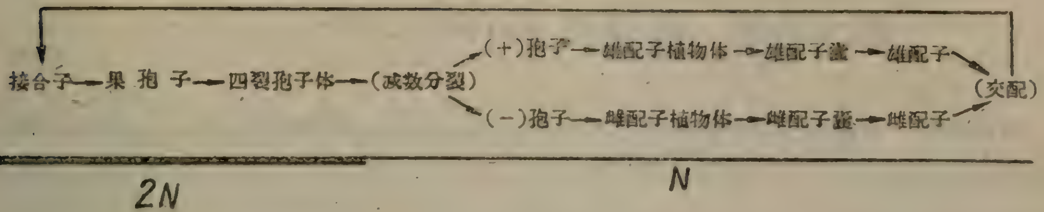


图 66. 多管藻：*A*. 植物体的一部；*B*. 囊果及果孢子；*C*. 四分孢子；*D*. 雄配子囊球；*E*. 幼总果胞；*F*. 雄配子囊枝的解剖图。*a*. 輔細胞；*ct*. 果胞及受精絲；*pc*. 中間細胞。
（*A*–*D*. 仿 Coulter，*E*–*F*. 仿山內秀雄，重繪）

端的 1 节膨大，則成雄配子囊（图 66. *F*），內含細胞核 1 枚。成熟时，全細胞脫落，隨水漂流到雌配子体的受精絲，当 1 枚雄配子囊脫落后，短枝又可以同样方法，継續产生多数雄配子囊。　(c) 雌配子植物体　雌配子囊生于側枝上，其构造与海索面相仿佛。最上的 1 枚細胞是长管形的受精絲細胞，其下是膨大的果胞細胞，再下另有 1 枚膨大的中間細胞，最下則是連接的基部細胞。当雌配子将成熟之时，由中間細胞的基部发生綫体的側枝多条，向上包圍中間細胞而生长，这些卽是輔細胞。不久側枝細胞之一，向內橫长，而穿过中間細胞的上端与果胞的下部，此細胞永久停留于二者之間（图 66. *E*）。此后，受精絲、果胞、穿入的輔細胞以及中間細胞的一些橫壁，全部消失。除果胞外，各細胞的細胞核也退化。果胞的細胞核由上向下移动，最后迁到中間細胞中，成为雌配子。　交配　雄配子由受精絲入內，其細胞核由上而下，进到中間細胞，与雌配子交配成为孢子体的接合孢子。　果孢子的发育　当雌、雄配子交合之时，中間細胞的外壁早已被輔細胞密密地包圍和保护着，成为单层薄壁細胞状的构造，全体形似 1 盂（图 66. *B*），盂中有接合孢子。經細胞分裂后，产生果孢子多枚。果孢子很象器械体操所用的棍棒，內有細胞核 1 枚，是孢子体。从这种孢子可萌发成为四分孢子的植物体。

生长环境　多管藻生于海中岩石或岩岸上。在青島、烟台等处，都有产生。

多管藻的生活史图表



紅藻綱提要

(1)紅藻綱植物可依其构造的繁簡，分为紫菜与真紅藻2亚綱。　(2)紫菜目的植物，有認为是紅藻与藍藻中間的过渡者。　(3)紅藻中也有含藻藍素的，此則与藍藻(Cyanophyceae)相同。(4)紅藻繁殖器官的构造复杂，其受精絲与子囊菌(Ascomycetes)相似。　(5)雄配子囊是植物界中最簡单的。　(6)多数紅藻，象紫菜等含碘质，石花菜(*Gelidium amansii*)等含有胶质，都是常用的副食品。

第十三章　藍藻綱(CYANOPHYCEAE)

本綱特征　藍藻綱又称为粘藻綱(Myxophyceae)。这1綱植物的构造极为簡单。細胞內,除原生質体濃淡不同分为中央及四周两部分之外,并无其他分化。細胞中央有中央体,是类似細胞核之物而非眞正的核,且其外圍也无膜。細胞分裂是最簡单的間接分裂。細胞中无特殊的有色体,色素与原生質相混合。藍藻所含的色素,除普通的两种叶綠素、叶黃素和胡蘿卜素外,尙有藻藍素,因此,曾有藍絲藻的名称。此外,尙有含藻紅素的,这是和紅藻相似之点。細胞外周都有膠質,所以又有粘藻的名称。从前的人認为細胞壁是由几丁質而不是由纖維素所构成的,但近年的研究則否認有几丁質的存在,以为它的主要成分是果膠,且摻杂纖維素或半纖維素。貯藏的养料是糖及肝脏淀粉,而不是通常的淀粉。主要繁殖方法是无性分裂繁殖,也有产生无性孢子的。本綱植物可依其群体的构造,而分为3目:

藍球藻目(CHROOCOCCALES)

本目特征　本目植物的群体,有球形与平面等几种,且多半不很规則。常分为数层。此目少有产生孢子的。

粘球藻属(*Gloeocapsa*)

构造　粘球藻的构造极为簡单,其細胞成圓球形,每1枚細胞即是1个植物体,細胞之外有膠質1层(图67)。

繁殖方法　細胞自行对裂,即成2个植物体。这2个植物体各有1膠質层,包圍其細胞,另有公共膠层包于两細胞之外。此公共膠質层,即是母細胞原有的老膠質层;而紧靠于各細胞的,是細胞分裂后新发生的。此植物凡分裂一次,其膠質层也增加1圈。凡在1总膠質层內的植物,不論其細胞的多寡,都可叫做群体。粘球藻群体所含細胞的数目,有2,4,8三种。超过8枚时,外圍的膠質必致毀坏而消失,于是內部的細胞就由1个群体而分为2个群体。此藻的个体虽成球形,但其分裂都在一平面上,而不向四方分裂,因此虽然群体到了8枚細胞,也还是都排列在1个平面上,而决不成球形。



图67. 粘球藻,抽象略图,表示群体形成的步驟。

生长环境 生于阴湿磚石岩壁上或水中。在南京紫霞洞曾有发現。

片藻屬(*Merismopedia*)

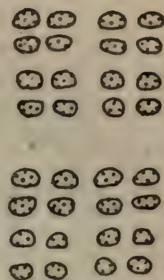


图 68. 片藻外形抽象略图。

构造 片藻的群体成平面，而細胞的排列很規則，每 4 枚細胞各居正平方形的一角，而細胞的分布成 1 正方形。片藻的分裂极其規則，分裂之时，必向左右或前后两方面，而决不向其他方面分裂，所以群体永远成为方形。在細胞之外，有扁平膠質层包圍着(图 68)。

繁殖方法 与粘球藻相似。

生长環境 片藻产生于水塘、池沼中，往往与他种藻类混杂而生，为淡水藻类中所常見的。

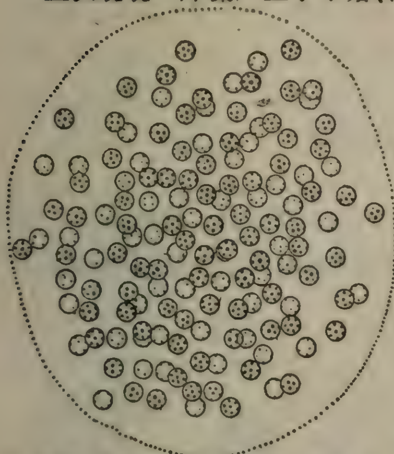


图 69. 微胞藻的群体。(依照采自南昌东湖的实物)

微胞藻屬(*Microcystis*)

构造 无数球形細胞，密生在一个大型膠質球之内，球的周圍边緣无色透明。群体也有作长形或不規則的。个体的繁殖靠細胞分裂，当群体长到太大时，自行破裂为数块，每块又可因細胞不断地分裂，成为原来的形状(图69)。

生长环境 微胞藻多生于死水的池沼中，北京海淀的池沼中即盛产。江西南昌东湖的水所以呈綠色，多半是这种藻滋生的緣故。

管孢藻目(CHAMAESIPHONALES)

本目特征 藍藻本来沒有核，而所以叫做多核，是因为其 1 枚細胞中产生孢子很多，与其他多核的藻类非常相类似的緣故。

皮果藻屬(*Dermocarpa*)

构造 皮果藻是附生于他种藻类的藍藻，常常各細胞聚生成丛(图 70. *A*)。每細胞的原生質

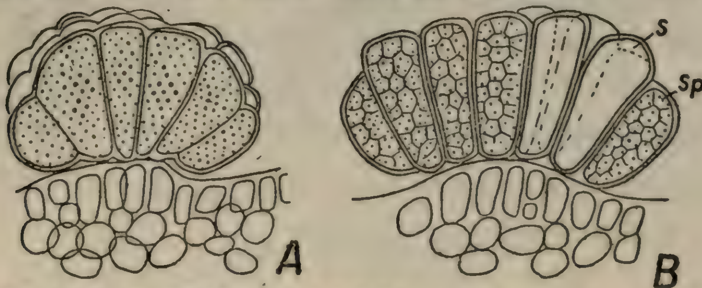


图 70. 皮果藻：*A*. 聚生成丛的营养細胞；*B*. 孢子的形成。*s*. 孢子囊；*sp*. 孢子。(仿 Bornet 重繪)

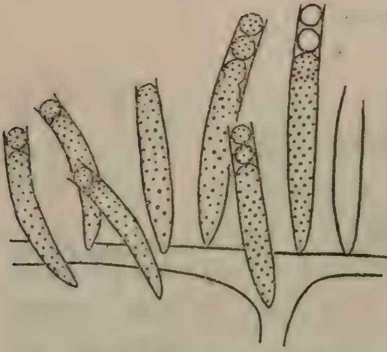


图 71. 管孢藻。(仿 Smith 重繪)

体分裂成为多数小块，每块成为 1 个孢子(图 70. *B*)。孢子可另发生新植物。

管孢藻属(*Chamaesiphon*)

构造　管孢藻是单細胞植物，而附生于其他藻类的。細胞长短不一，依种类而定。成熟时，細胞壁一端自行溶解而消失，原生質体同时分化成 1 串孢子，孢子分化的方法，与菌类的分生孢子很相类似。(图 71)。

藍絲藻目(HORMOGONIALES)

本目特征　屬于本目的藍藻，它們的群体都成为分枝或不分枝的綫形体。这目的下等种类，在同一群体的細胞，其形式都相同，无甚分化。中等的，有特殊分化的細胞。高等的，則有异形胞与普通細胞等的分別。

顫藻屬(*Oscillatoria*)

构造　顫藻的細胞成短筒形，互相重迭，成为条状的群体。在群体两端的細胞，都是一面向外凸出，叫做凸細胞(图 72. *B*)。1 群細胞之外，有 1 层不甚显著的公共膠質层包圍着，也有的沒有公共膠質层(图 72. *A*, *B*)。

繁殖方法　細胞的繁殖是横断分裂，每 1 枚細胞分裂 1 次，卽成为 2 枚新細胞。1 个群体分为两个群体之时，先在群体中部倘若有 1 枚細胞死亡，死細胞邻近的 2 枚細胞各因压力減除而向死細胞的空位凸出 (图 72. *B*)。因此，原来 1 个群体的綫体，不久便由死細胞之处分成两个群体了。而这两个群体之中，常常以較短的 1 群 (2, 3 枚到数枚細胞)，全体自行离开，就另成 1 新群体。

生长环境　顫藻产生于水、陆各处，且能生长于溫泉的热水中。笔者在南京湯山及江西庐山的溫泉的极热的水中，都曾发現。这属藻类通常多生于阴湿汚秽之地及汚水沟中。其分布非常广泛，可以說到处都有。

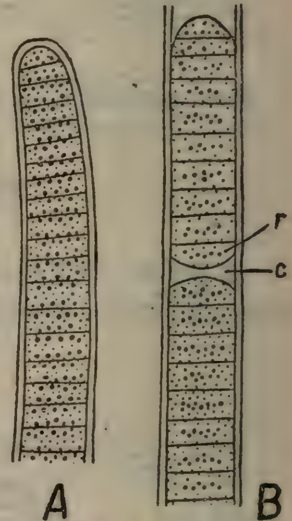


图 72. 顫藻：*A*. 营养群体的一部分，表示前端的凸細胞及其余的扁細胞并膠質层；*B*. 新群的发生。*r*. 凸細胞；*c*. 死細胞。(依南昌采集的实物写生)

螺旋藻屬(*Spirulina*)

构造　全体是 1 枚单細胞，細长而作螺旋状的弯曲。繁殖时，1 枚細胞横断分裂成 2 段，卽

成 2 个植物体(图73)。

生长环境 生长于溪水及池沼中，北京附近曾有发现。

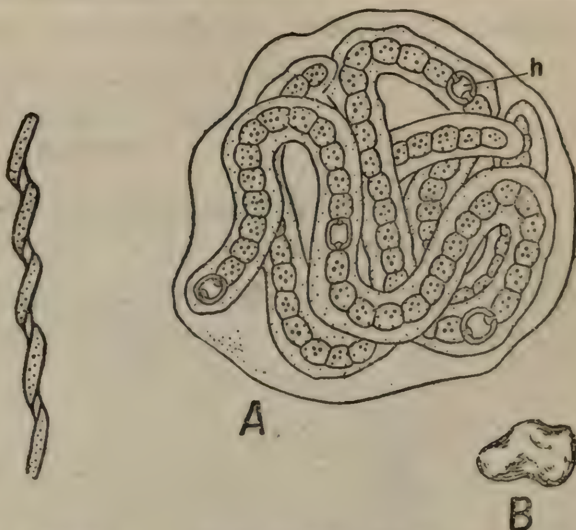


图 73. 螺旋藻。(依北京采的实物写生)

图 74. 念珠藻: *A*. 群体放大，表示二重胶質层; *B*. 总球在肉眼观察下的状态。*h*. 异形胞。(仿 Coulter 重繪)

念珠藻属(*Nostoc*)

构造 念珠藻又名葛仙米，細胞圓球形。細胞分裂时，专限于向前后的方向分裂，因此它的群体是球状細胞連成的綫条 (图 74. *A*)。但各細胞彼此的排列并不致密，在 1 个群体之外，常常发生 1 层胶質层，而各群体之間又有总共的胶質层。普通 1 个球形的葛仙米，实在是无数群体的总球(图 74. *B*)。

繁殖方法 葛仙米的个体繁殖方法是細胞对裂，但也有細胞貯蓄养料而成孢子的。群体分裂时，如果群体中的細胞有死亡之时，可以自行膨大，細胞壁加厚，而成 1 异形胞。日后，綫体可由异形胞之处分断成为两个群体(图 74. *A* 图中 *h* 所示)。

生长环境 葛仙米在我国南北各地均有发現。通常生长在阴湿的地区或溪水之中。且可作飼料或食用，海味中的发菜，即葛仙米的 1 种。

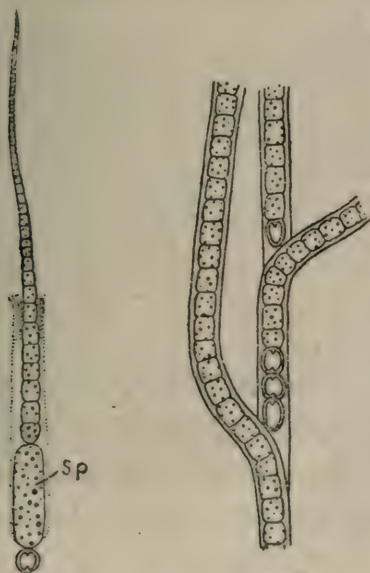


图 75. 頂孢藻。*sp*. 孢子。(临实物)

图 76. 单歧藻。細胞中空的是异形胞。(实物写生)

頂孢藻属(*Gloeotrichia*)

构造 全体成 1 綫条形，前端的細胞尖小，由前到后逐漸加大。各細胞排列致密，后端的 1, 2 枚細胞通常膨大成为孢子。最末尾的 1 枚細胞必定是异形胞。全群細胞的外边，有胶質筒。尤其在孢子周圍的特别厚(图 75)。

生长环境 永久附着他物而生在水中，或幼小时附物而生，长大后漂浮于水面。

单歧藻属(*Tolypothrix*)

构造 細胞紧密相連，成为綫形的枝条。胶質层很薄而无色。1 枚細胞死亡而变成异形胞时，密接于其下的細胞分裂特别旺盛，每从旁侧向外生长成为 1 枝 (图 76)。如此发育的枝，叫做伪枝。此藻除普通分

裂繁殖外，也可发生孢子。孢子卵形或长圓形，单独或成串。

生长环境 此藻通常水生，每杂生于其他水藻中，或附于水底石上。

双歧藻属(*Scytonema*)

构造 这属藻类与单枝藻很相类似，所不同的地方就是，伪枝为双枝并出，而不是单独1枝。因此群体中异形胞上下的細胞，都向同一方向分裂穿出胶質层，而成为伪枝(图77)。胶質层是很粗糙的，呈金黄或褐色。这属藻类也有产生孢子的。

生长环境 双歧藻多生于潮湿地区或水中岩石上。也有生于温泉中的。

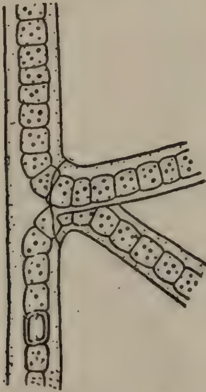


图77. 双歧藻。(实物写生)

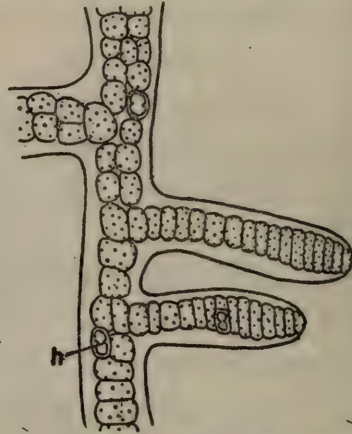


图78. 多列藻。*h*. 异形胞。(实物写生)

多列藻属(*Stigonema*)

构造 群体全部是有眞正分枝的綫条(图78)。綫条中細胞的条数，由1条可以到多条，且条的多少，殊不一定，所以群体的各部分粗細不匀。細胞之外，各有胶質层，而各細胞外周，另有总胶質层，总胶質层是金黄色或棕色，細胞間有原生質的胞間联絲。

生长环境 多列藻多数生长于潮湿岩壁上，少数漂浮于水中及长于湿地。

藍藻綱提要

(1)本綱植物普通都有胶質，而沒有眞正的細胞核。 (2)細胞壁从前被認为是几丁質，与昆虫的皮壳的化性相同。近年来的研究証明，它的主要成分也是纖維素，或是类似果胶質的半纖維素，而并非几丁質。 (3)繁殖方法以裂殖为主，所以有人将这1綱植物与細菌合并成裂殖类(Schizophytes)。 (4)拿它們所含的色素來說，与紅藻似有关系，若就形态來說，則与細菌也似有关系。現在且有認顫藻与硫黃細菌彼此同源的。 (5)生长的地带，不擇水陆寒暑，都能滋长。 (6)太无分化，殊为下等。(7)藍藻，除少数种类象念珠藻中的葛仙米和发菜而外，一概不能食用，但最近有人正在进行藍藻的营养分析，发現了不少种类可做肥料。这是我們应該注意的。

第十四章　藻类植物的演化

关于植物界的演化与藻类分类系統,已略述于卷首了。玆略将藻类的演化提其大要,申述如下:

(一)綠藻綱　綠藻綱为藻类中固有的名詞,現在研究藻类的学者有弃之而不用的,但也有仍用旧名而将內容更改的。此綱是藻类中种属最多、形态演化最为繁复的。窺其来源,則出于鞭毛藻类。迹其演化,則現代高等植物可能由此导源。其在植物界进化上的重要地位,自无待言。綠藻与鞭毛类的关系,已为学者所公認。从前以为藻类与鞭毛类依其細胞壁的有无等即可区別,而今日則彼此关联,难划界限,因現在藻类中的下等种类,多半就是从前所認为的鞭毛类,至于細胞壁如何,則不去过問了。鞭毛类种类繁多,生理各异,有的具色素,也有无色的。同时,有色的种类所含的色素又并不是一样的,所以为各色藻类的导源,而綠藻的祖先为純綠色的鞭毛类,恐怕沒有什么疑問了。况今天主張眞蕨型植物群导源于綠藻的說法,也大有其人。綠藻綱今分9目,玆略述其演化关系如下:

(1)团藻目　本目的来源知道得很不詳細,大概由鞭毛类演化而来,似无問題。其最下等的是衣藻亚目的单細胞种类,由此分为数支,分向球形群体、不定群体构造或树枝状态等各方面演进。除綠球藻目及接合藻目而外,团藻目与其他藻类都象沒有什么关系似的,且是綠藻中的下等分子。

(2)綠球藻目　本目植物有单細胞的,也有成群体的,因为这些球形細胞的种类具收縮泡,有时且有眼点,所以与团藻目好象很有关系。又因其接合子有的直接萌发,且有多核現象,而認为管藻是由它导源的。

(3)絲藻目　本目的来源不明,大概也由游动的单細胞种类演化而成,且是1个独立的支群。植物体有不分枝的綫体与叶状构造之別。但叶状种类,实导源于綫体的(滸苔的幼苗与絲藻很难分辨)。且有孢子体与配子体同样发育,而有明显世代交替的。所以在演化上,此目在綠藻中的地位可称为是高等的。

(4)鯛毛藻目　鯛毛藻目植物的植物体虽分細胞,而有多核現象,所以有人認为它与管状藻有关。但依据各种特征,方知与它們相近的是絲藻目,而不是管藻目。因繁殖細胞的不特化,4根纤毛的游动孢子,游动分子由母体細胞側旁孔穴而泄出于外,这些特征,都与絲藻目相类似。它們細胞中所含的叶綠体原只是1个,細胞核虽是多枚,然而也偶有发現单独的,这也与管藻不同,且鯛毛藻自从接合子萌芽后,即直接形成1条綫体的构造,而管藻則于綫体幼植物之外,另有囊膜包圍着。凡此种种,都足以証明管藻与鯛毛藻2目关系的疏远,而鯛毛藻目的出于絲藻目則似有可能。此外,綠球藻目中也常有多核現象,則鯛毛藻目由此演化而来,似乎也是合理。

(5)胶毛藻目　胶毛藻目是綠藻中分化最大,在演化上最有希望的1目。植物体的分化程度非常大,在"主干""側枝"之外,更有匍匐与直立的部分。且有在直立綫体的頂端,生长无性孢子

囊,而其配子囊则生于匍匐綫体之上。由此演化进展,孢子体与配子体起初則平均发展,継而失去平衡,孢子体生長特盛,配子体反受压制,逐漸演化,就成为以孢子体为主的种子植物了。因此,有人認为,今天的种子植物是从和胶毛藻目相同的植物演化而来的。胶毛藻目除与鞘藻目及綠藻目較为相近外,与其他各目都似乎沒有什么关系。

(6)鞘藻目 本目植物至为别致,其游动孢子大而多毛,叶綠体与繁殖器官都很特别,近年漸漸有人認为,雄孢子是未成熟而先行泄出的雄配子母細胞。因"矮雄"与胶毛藻目中游动孢子发育的"矮小个体"相似,所以学者認为这两目有同源的可能。此外,象体端有刺、叶綠体的形式与陆生鞘藻的植物体有分异的現象等等,对于两目的同源更足以証实。

(7)接合藻目 此目最大的特征是其繁殖的方法,因为接合交配,在其他藻类中很少見。然而在衣藻中也偶有这样交配的,所以可以認为此目出自团藻目的衣藻亚目。从前有人以为此目与綠球藻、硅藻或横裂甲藻等目有关,經詳細考查研究,才知道仅外表相似而已。

(8)管藻目 本目植物都是多核的植物体,但下等种类中也有发生横隔膜壁,将全体分成多核的細胞构造与剛毛藻相类似的。多核現象在綠球藻中也很普遍,游泳种类当繁殖之前,成熟的細胞中常成多核。所以多数学者主張管藻与綠球藻是同源的。无隔藻虽属此目,但色素中有特多的叶黃素,且貯蓄油类而非淀粉,都是和黃藻相近的表示,因此它們在分类与演化上的地位都成了問題。此外,它們的繁殖細胞形成时与卵菌(Oomycetes)相似之点很多,而复的游动孢子尤与霜霉目(Peronosporales)的藻孢子相似。因此,有人認为藻状菌是退化的管藻。

(9)輪藻目 本目植物的植物体分化特盛,繁殖器官的分化尤为精微,而接合子的萌发成为原絲体,更非他种藻类所有,即以化石标本而論,除与管藻可能同源而外,与其他各藻很少关联,因此学者認为它是特殊的1支。但以公共特征来讲,則未曾超出綠藻的范圍,所以仍旧放在綠藻之中,而認为是分化特别高的1目。

(二)黃藻綱 本綱植物与綠藻是平行幷进的支系,但分化的趋向集中于球形或不定群体的构造,因此远不及綠藻的进化。本綱最大的特征是叶綠素中叶黃素的成分特多。但本綱植物中也有发現偶有改变其黃色素,而含有与綠藻相似的純綠色的叶綠体,因此有人認为它們是出自綠藻的。此外,它們进行光合作用所产生的是油类,而不是淀粉;細胞壁中含有果胶化合物;而其显著的纖毛,变形虫状的游动孢子,幷內生孢囊的膜通常是不相等的两片所組成,且常含有硅質;以上各点,都足以証明黃藻、金藻与硅藻三綱有同源的可能,因此有人将这3綱合为1門,而叫做金藻門(Chrysophyta)。笔者認为,这綱藻类可能由綠藻及黃色較多的鞭毛类双方演化而来,也許是汇合而成的1綱。

(三)金藻綱 这一綱藻类的植物体有具細胞的,也有仅仅是1团裸露的原生質与普通鞭毛类沒有什么区别的。这一綱藻类是和綠藻及黃藻幷进的支系,但进化的程度則远不及綠藻。本綱来源出于鞭毛类自无待言,而与黃藻及硅藻确有同源的証据。

(四)硅藻綱 硅藻顏色不一,有檸檬色、黃色、深黃色、橄欖綠色以及棕褐色等。因为它們含有棕色,而曾誤認为与褐藻有关。又因它們行接合交配,而認为与接合藻同目。但近30年来研究的結果,以为与黃藻及金藻同源,且与金藻特别相近。此外,也有因为色素及光合作用产物的

相同，而認为与横裂甲藻綱有关的，不过在构造方面則彼此很不相似，这又象是沒有什么关系的了。

(五)隐藻綱　这1綱的种类很少，且知道的不够詳細，多半是特化的鞭毛类，而略具藻类的形态。植物体很不进化，全綱之中要寻找1个綫形构造的，也很不可能。因此它們的进化超过普通的鞭毛类很少。这綱与其他藻类的关系如何，知之不詳，大概与綠藻及甲藻甚至褐藻不无关系。

(六)横裂甲藻綱　属于这一綱的藻类也不很进化，多半与鞭毛类沒有什么分別，但也有分化成为球状、不定群体状以及綫状体的。这是較隐藻綱略为进化的方面。有人以为横裂甲藻、隐藻两綱很相似，而叫做甲藻門(Pyrrophyta)。横裂甲藻綱中最原始的，恐怕莫过于沟环藻(*Gymnodinium*)，全綱植物可能从这属演化而出。它們的球形与綫形的种类，大概也是由此而来，但彼此关系如何，与其他綱目的远近如何，則很难判断。

(七)綠单胞藻綱　这1綱是藻类中种类最少之一。色素中富于叶黃素而又产生油类，因此似可与黃藻綱相联系。但除此而外，无他証据。又因其叶綠体与收縮泡的构造类似眼虫藻，也怀疑他們有关系。但依光合作用的产物而論，則又彼此不同。所以这一綱与任何藻类的关系似乎很少，而是独立的1支。

(八)眼虫藻綱　唐霞[Dangeard 1933]将此藻与綠单胞藻合为1群，名为鞭毛藻綱(Flagellophycées)，因为它們同为鞭毛类，而叶綠体与液泡器(收縮泡器)等都有相似之处。但最近学者根据它們彼此所产生的食物完全不同，因此仍然主張分为两綱。且眼虫藻綱也是孤立的一支，与其他藻类沒有什么关系。

(九)褐藻綱　褐藻綱藻类的植物体的內部构造和外部形态，是藻类中最有分化的。在綠藻、金藻、或其他藻类中常見的簡单构造，象单細胞群体以及单条无枝的綫体等，在本綱中都很少見。褐藻中最簡单的植物体，是分歧的而分化成匍匐与直立两部分的綫形体。仅仅如此，已足够与綠藻中最高等的相媲美了。在演化方面，褐藻与其他藻类的关系，現在还很不明了。按其色素、岩藻囊及游动分子的各种特点而論，則似乎为一特殊的群类，而褐藻的祖先則恐怕仍然不出乎单細胞的鞭毛类。

褐藻綱植物进化的途徑可分为数条：(1)如果按配子的形式而言，則自同形的，进化为同形而异体积的，最后达到异形而卵式的。(2)按配子体与孢子体的关系而言，則由等世代进化为不等世代，而达到无孢世代。(3)若按孢子体的分化而論，則由同一种植物的植物体分为匍匐与直立两部分，漸次演进到只有直立的。且由綫形的植物体进化到薄壁組織状的构造，而終于达到具有分化的树状体。(4)另外，基部分生是褐藻的特征，而高等褐藻則是頂端分生，所以其生长部分由基部分生进到頂端分生的途徑是非常明显的。褐藻可分为9目。現在擇其重要的，分述如下：

(1)水云(褐茸藻)目　本目种类很多，演化的程度不齐，最下等的具有等世代的綫形体，且生长部分限于枝条的基部，配子則为同形。此等种类象水云等都是，非但是本目的根源，卽全綱褐藻也可能都是从这一目演化而出的。

(2)黑頂藻目 这1目藻类具有頂端分生細胞，而无基部分生細胞，植物体由单条的綫体进到多管式、直立分枝、且有时成为匍匐的薄片体。并可发育特殊的无性体来进行繁殖。世代交替则也是等世代的。从以上所述的特征，可以推测这1目与水云目是同源而比較进化的褐藻。

(3)馬鞭藻目 这一目与水云目具有相同的特征，象基部分生的生长方法，与等世代的孢子及配子植物体等。凡此种种，都可以証明两目的同源。但它們的植物体有向薄壁組織的构造方面进化的趋势，而配子的形式也向卵形发展。且孢子体有与网地藻目相似之处。学者認为这目藻类大概出自水云目，而是植物体具有分化的种类。

(4)昆布目 孢子体同种子植物极为相似，与鹿角栗目同是褐藻中分化程度最大的。昆布有特殊的居間分生組織，这是和鹿角栗目不同的地方。此外，孢子囊丛生成群，也是特别之处。据实驗报告，昆布的配子体与它剛一萌芽的幼小孢子体，都是簡单的綫形体，且与水云很相似。由此可以証明，昆布也来源于等世代，且可以决定由水云目中的具有薄壁組織构造植物体的种类而来，而繩藻(*Chorda*)可能是两目的桥梁，因为它的繁殖与生活史虽象昆布，而构造则比較簡单。

(5)网地藻目 从前的人因为这1目产生四分孢子以及不能游动的雄配子囊等特征，而認为是紅藻。經研究后，才知道这种四分孢子实际上就是特化的单室孢子囊，且在褐藻中也有产生8枚孢子的(如圈扇藻 *Zonaria*)。况且在水云目各属，中单室孢子囊所产生的孢子，数目也不很多，且常成靜孢子，当其謝落时，也不能游动。除此而外，若依据色素、貯蓄的食物、多室的雄配子囊以及雄配子的式样等等，都足以証实它們与褐藻是同类的。不过与各目的关系如何，则很难說。所可推测的，就是从等世代种类中演化而来的、特殊的1支而已。但也有人因为它們的外表与馬鞭藻目相似，而認为与馬鞭藻目有关。

(6)鹿角栗藻目 这1目植物属于无孢世代类，是褐藻中最高等的。植物体不但极为分化，且全属双倍(2*N*)的孢子体。它們的分生构造在頂端，而不在基部。配子体很不发达，可以說等于沒有。此外，配子则属于卵式而异形的。因此，这1目藻类在各方面都較一般褐藻为进化。且进化的程度，几乎与种子植物相差不远。此目从何而来，很难判断，大概不出于有薄壁构造的水云目。而演化的过程如何，则难以猜度，因过渡的中間种类已无处寻覓，恐絕灭太久了。

(十)紅藻網 紅藻是藻类中特殊的1支。与其他藻类很少关联，然而与子囊菌则有人認为是平行并进的。从前的人仅注意色素、繁殖細胞、胞間联絲等，而未注意代謝作用、細胞构造以及繁殖方法等，因此誤認它們与藍藻有关。紅藻分为2个亚綱，略述如下：

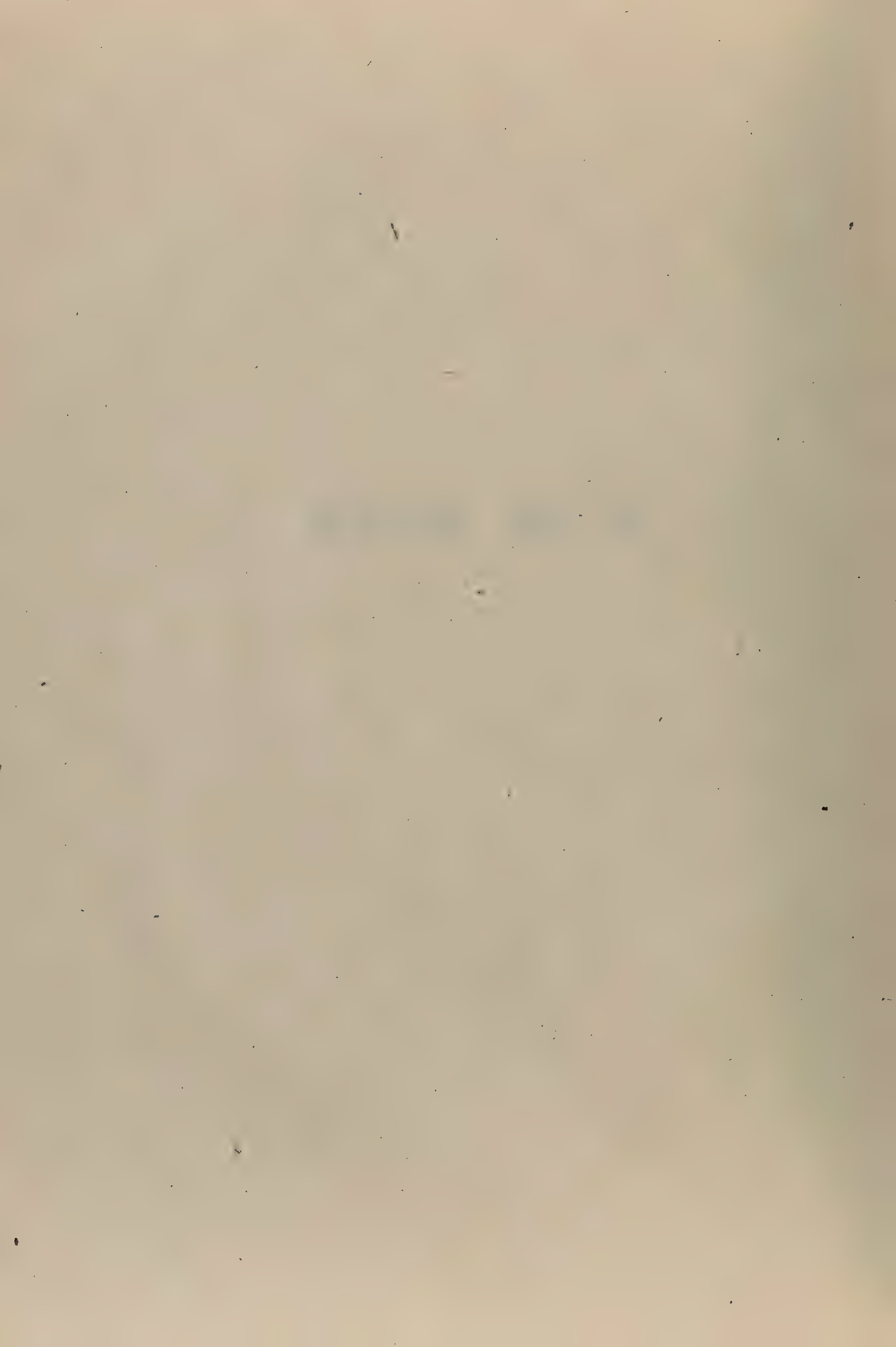
(a)紫菜亚綱 这个亚綱藻类的植物体及色素，与藍藻及綠藻中的絲藻目的一些藻类相似，因此有人認为它們是有关系的，但依据光合作用产生的紅藻淀粉与繁殖时发生的果胞，则都証明和紅藻是同类的。此外，倘若詳細观察生活史及細胞构造，则又和海索面目中的多种藻类相同，而孢子具变形虫状蠕动的特点，则更能够联系这两目。属于这个亚綱的植物，多数的是构造簡单的种类，因此，可以認为是紅藻中的原始种类，而有人建議称为原始紅藻亚綱(Protoflorideae)。但也有人只認为紫菜目中的下等种类，如星絲藻(*Erythrotrichia*)与克林氏紅藻(*Kyliniella*)，是两綱中的公共原始种类。

(b)眞紅藻亚綱 本亚綱除海索面目可以認为是与紫菜目同源而外，其余各目演化的途徑如

何，很难推测。海籮目 (Cryptonemiales) 孢子萌发成为盘状匍匐体，由此发生直立綫形的枝条。除仙菜目(海发目) (Ceramiales)而外，其余各目都有这些特征。但仅仅依据这一点，就說彼此有关，这样的定論，很难令人相信。以綫体中細胞行列来說，则仙菜目都是单行，而紅皮藻目 (Rhodymeniales) 则都成多行。但隐皮藻目中多数的是单行。而杉海苔目 (Gigartinales) 中下等的是单行，高等的则成多行。此外紫菜的色素与仙菜(*Ceramium*)相同。海索面与隐皮藻及杉海苔的頂端分生細胞分裂时，都同是歪斜分裂。要想依据上述各点特征，来解决演化問題，则特别感到不足，而紅藻亚綱各目的关系如何，还未能有滿意的答复。

（十一）**藍藻綱**　藍藻又称粘藻，是藻类中最特殊而最原始的 1 群。它們无游动分子，与其他藻类似乎沒有綫索可尋。而色素等与紅藻相同，因此，有人怀疑它們有关系。但經研究証实，彼此很不类似(見紅藻綱)。所以可称为藻类中独出的 1 支。从前的人以其构造类似細菌而合称为裂殖植物(Schizophyta)。据近来研究者报告，顫藻中有的含硫黄粒，有的无色素。而在硫黄菌中则发现有的成綫状群体很象顫藻(例如 *Thiothrix*)，有的与顫藻的运动方法以及构造都相同(例如 *Beggiatoa*)。而鉄細菌(*Cladothrix* 与 *Crenothrix*) 与顫藻特别类似，且有的于綫体之外生鞘及发生假枝而和藍藻相似(例如 *Cladothrix*)。由于彼此相同的特点太多，因此虽在細菌中尚未发现中央体，且有纖毛的区别，而承認这两类是同源并进的，似乎沒有阻碍了。藍藻中各目的关系如何，尚无定論，大概球形的藍球藻目 (Chroococcales) 是最原始的，其余各式种类可能由球形种类演化而来。但关系如何，难以断言，而其演化等級的高低，更使人不容易弄清楚。就拿顫藻来說，有人說它是下等，而念珠藻目 (Nostocales) 由它所出，最后进化成多列藻目 (Stigonematales)。但也有人主張顫藻从有异形胞的种类演进而来，是綫形种类中最高等的，相反地，多列藻恰好是最下等的。但近来的意見，認为綫体藍藻都来自同源，顫藻是先发生的种类，且它的发生較异形胞的演化为早，而多列藻则是最近发生的 1 支。

第二編　菌类植物





第二編　卷首图

鸡㙡(*Collybia albuminosa*)，1938 年 9 月得于昆明市上。图中表示幼嫩尚未开放与成熟而成伞盖开放的子实体及其纵剖面；其右側为孢子。約有实物的$\frac{2}{3}$大。(实物写生)

第一章　菌类植物概論

菌类植物(Fungi)一概沒有叶綠素，除特殊的象硫黃細菌等而外，都不能制造碳水化合物，必須營寄生生活。它們的植物体，严格地來說，都屬于配子体；孢子体很不显著。如果根据两性的細胞核虽未結合成为一体、但同居于一細胞中，就可以認为这枚細胞是孢子体，那么，同一植物有配子体与孢子体都很发达的，或孢子体特別发达的。学者对于植物体的看法虽有寬严的不同，但有一点是相同的，卽菌类植物体的构造都很簡单。最下等的是单細胞，甚至有不成細胞而仅仅是一团原生質的。高等的成为綫体，有細胞壁及細胞核的分化。也有象管藻那样具多核的。最高等的其綫形体內有横断的壁，把全体分成若干节，每节含細胞核 1 或 2 枚。綫体分枝或不分枝。有散漫的，也有自相穿織、組合，成假薄壁組織或成为特殊器官的。菌类的綫形体，一概叫做菌絲，凡由一枚孢子所发育的全部菌絲，則总称为菌絲体。

菌类植物分类系統

菌类植物依形态及构造等等的不同，通常分为 3 大綱或 3 門。但每綱或每門中科目的多少及次序的先后很不一致。玆取比較通行的分类系統，列表如下:

裂殖菌門(SCHIZOMYCETES)

I.

1. 眞細菌目(EUBACTERIALES)
2. 硫細菌目(THIOBACTERIALES)

II.

1. 球菌科(COCCACEAE)
2. 杆菌科(BACTERIACEAE)
3. 螺菌科(SPIRILLACEAE)

III.

1. 眞細菌目(EUBACTERIALES)
2. 放綫菌目(ACTINOMYCETALES)
3. 衣細菌目(CHLAMYDOBACTERIALES)
4. 柄細菌目(CAULOBACTERIALES)
5. 硫細菌目(THIOBACTERIALES)

6. 粘細菌目(MYXOBACTERIALES)
7. 波动細菌目(SPIROCHAETALES)

IV.

1. 眞細菌目(EUBACTERIALES)
2. 分枝杆菌目(MYCOBACTERIALES)
3. 毛状細菌目(TRICHOBACTERIALES)
4. 粘細菌目(MYXOBACTERIALES)
5. 波动細菌目(SPIROCHAETALES)

粘菌門(MYXOMYCETES)

I.

1. 群生粘菌目(ACRASIEAE)
2. 合生粘菌目(眞粘菌目)(MYXOMYCEAE)
   (a)內孢粘菌亚目(ENDOSPOREAE)
   (b)外孢粘菌亚目(EXOSPOREAE)

II.

1. 眞粘菌綱(MYXOMYCETAE)
   (a)內孢粘菌亚綱(ENDOSPOREAE)
   (b)外孢粘菌亚綱(EXOSPOREAE)
2. 寄生粘菌綱(PHYTOMYXINAE)
   (a)根肿菌目(PLASMODIOPHORALES)
3. 群生粘菌綱(ACRASIEAE)

眞菌門(EUMYCETES)

I.

1. 藻菌綱(PHYCOMYCETES)
   (a)卵菌亚綱(OOMYCETES)
   (b)接合菌亚綱(ZYGOMYCETES)
2. 子囊菌綱(ASCOMYCETES)
   (a)半子囊菌亚綱(HEMIASCOMYCETES)
   (b)眞子囊菌亚綱(EUASCOMYCETES)
3. 担子菌綱(BASIDIOMYCETES)
   (a)伞菌亚綱(HYMENOMYCETES)

(b)腹菌亚綱(GASTEROMYCETES)

(c)异担子菌亚綱(HETEROBASIDIOMYCETES)

银耳目(TREMELLALES)

木耳目(AURICULARIALES)

銹菌目(UREDINALES)

黑粉目(USTILAGINALES)

地衣(LICHENS)

II.

1. 古生菌綱(ARCHIMYCETES)

2. 藻菌綱(PHYCOMYCETES)

壶菌目(CHYTRIDIALES)

卵菌亚綱(OOMYCETES)

接合菌亚綱(ZYGOMYCETES)

3. 子囊菌綱(ASCOMYCETES)

半子囊菌亚綱(HEMIASCOMYCETES)

外子囊目(TAPHRINALES)

眞子囊菌亚綱(EUASCOMYCETES)

煤病菌目(PERISPORIALES)

多囊腔目(MYRIANGIALES)

肉座菌目(HYPOCREALES)

球壳目(SPHAERIALES)

座囊菌目(DOTHIDEALES)

糾裂壳目(HYSTERIALES)

半球壳目(HEMISPHAERIALES)

星裂壳目(PHACIDIALES)

盘菌目(PEZIZALES)

块菌目(TUBERALES)

小虫囊目(LABOULBENIALES)

4. 担子菌綱(BASIDIOMYCETES)

多孔菌目(POLYPORALES)

伞菌目(AGARICALES)

腹菌亚綱(GASTEROMYCETES)

银耳目(TREMELLALES)

鸡油菌目(CANTHARELLALES)

花耳目(DACRYOMYCETALES)

木耳目(AURICULARIALES)
銹菌目(UREDINALES)
黑粉目(USTILAGINALES)

5. 半知菌綱(FUNGI IMPERFECTI)

Ⅲ.

1. 藻菌綱(PHYCOMYCETEAE)
単毛水霉目(MONOBLEPHARIDALES)
水霉目(SAPROLEGNIALES)
霜霉目(PERONOSPORALES)
接合菌亚綱(ZYGOMYCETEAE)
毛霉目(MUCORALES)
虫霉目(ENTOMOPHTHORALES)
原生菌目(PROTOMYCETALES)

2. 子囊菌綱(ASCOMYCETEAE)
小虫囊目(LABOULBENIALES)
茶漬目(LECANORALES)
盘菌目(PEZIZALES)
块菌目(TUBERALES)
縱裂壳目(HYSTERIALES)
外子囊目(TAPHRINALES)
球壳目(SPHAERIALES)
核菌目(PYRENOLALES)
肉座菌目(HYPOCREALES)
座囊菌目(DOTHIDEALES)
半球壳目(HEMISPHAERIALES)
假球壳菌目(PSEUDOSPHAERIALES)
多囊腔目(MYRIANGIALES)
白粉菌目(ERYSIPHALES)
曲霉目(ASPERGILLALES)
酵母目(SACCHAROMYCETALES)
銹菌目(UREDINALES)
黑粉目(USTILAGINALES)

3. 担子菌綱(BASIDIOMYCETEAE)
木耳目(AURICULARIALES)
銀耳目(TREMELLALES)

花耳目(DACRYOMYCETALES)

伞菌目(AGARICALES)

腹菌目(HYMENOGASTRALES)

鳥巢菌目(NIDULARIALES)

馬勃目(LYCOPERDALES)

鬼笔目(PHALLALES)

4. 半知菌綱(FUNGI IMPERFECTI)

本书的分类系統 菌类的分类系統太多，无所适从。因此，綜合各系統的所长而加以調整。拟将菌类植物仍定为門，其下分裂殖菌、粘菌、眞菌3綱。眞菌綱以下，又分藻菌、子囊菌、担子菌以及半知菌4亚綱。在藻菌亚綱之下，另分古生菌、卵菌、接合菌3类。子囊菌亚綱也分为半子囊菌及眞子囊菌2类。担子菌亚綱則分为半担子菌、异担子菌、伞菌及腹菌4类。各类以下再分为目。关于詳細内容，請閱本編第二——八章。

第二章　裂殖菌綱(SCHIZOMYCETES)

本綱特征　裂殖菌又名細菌(Bacteria),前者以繁殖的方法而得名,后者取义于体积的微小,綜合这两个名詞的涵义，就可以知道这1綱植物的一般特征了。細菌的生活方式除极少数的以外,都营腐生或寄生。有益或有害；人、畜、植物的疾病多半为細菌所引起。而对于氮的固定、蛋白質的分解,則有助于肥料的制成。醇类的变酸、果胶質的分解等等在工业上应用很广。各种抗生素,如金霉素、链霉素、綠霉素等新型重要葯品,都是細菌的产物。此外，象大气中的碳与氮的循环,都要靠細菌的作用才能进行。玆将細菌形态各点概列如下:

形状　細菌种类繁多,形状各异。卽属于同一种类的，也往往因环境的不同，而形状也有所不同。但概括地来說,可分为3大类:　(1)球菌(Cocci)，細胞单生时为圓球形,双生时則为半球形(如 Diplococci)。　(2)杆菌(Bacilli),全体直而長,象杆棒状，两端式样不一,或平，或圓，或尖,或成小球形,有的生有纤毛。　(3)螺菌(Spirilla)，全体为一次弯曲或多次弯曲成螺旋状,两端通常尖形。又有人将一次弯曲的,叫做弧菌 (Vibrios)，而将螺旋状的,才叫做螺菌。螺菌通常生毛,有些分化成綫体(如 *Beggiatoa*),有些发育与粘菌相似的子实体(如 Myxobacteriaceae)。

体积　球菌直徑通常为0.75到1.25微米之間(如 Staphylococci 及 Streptococci)。也有1.5到2微米的(如 Micrococci)。杆菌有长到100微米的，中等大小的长度是0.7到1.5微米，闊度是0.2到0.4微米。

細胞核　細胞核的有无,为多年来爭执之点,因此就牽涉到植物体是1枚細胞或仅仅是1个細胞核的問題。最近电子显微鏡发明,用此以供窺探,或者用紫外綫摄影，于是細菌的秘密就逐漸地被揭露了。在細菌学者的努力研究之下，对于細菌的細胞核的研究有很多貢献，托浦萊等[Topley 和 Wilson 1949]认为:“細菌非但有細胞核,且在綫体細菌中发現有多核的。这些多核的綫体虽是1个单独的細菌杆棒,但可能是1个多細胞的构造。此点非特与形态学有关,而且对于遺傳也有影响”。过登及白乐司[Jordan 及 Burrows 1946]則謂:“細菌虽无明显的細胞核，然以化学性質而論,其細胞中确实含有細胞核的成分”。而辛舍[Zinsser 等 1935]等則謂:“依据显微鏡的摄影,及紫外綫的透視与証据,細菌的含有細胞核可以明确”。

染色体　近些年学者对于細菌的細胞核的研究既有进展，而对于染色体的发現尤有貢献。染色体的单倍数(N)是1及7等种种。又老細胞中的染色質团比較微小,幼細胞中的較大。

細胞壁　細菌的細胞可分为內、外两部。在周圍的是外部。关于外部,有人用細胞膜、外原生質层,甚至“皮层”等等名詞。实际上都指細胞壁而言。在电子显微鏡放大的細菌摄影上,細胞壁的存在非常显明。且当質壁分离的时候,与細胞壁截然分开,此种現象更可証明細胞壁的性質与其他植物并无区别。所以細胞壁这个名詞用于細菌的細胞沒有什么不适合的。此外，关于細胞壁的构成物質,有人說是“既非纤維素,也非几丁質”的。又有人說是“由原生質的外层所組成”的。从前有人說它是几丁質的,現在已經証明这种說法是不正确的。

細胞質膜　細菌的細胞与其他植物相似，在細胞壁之內，另有細胞質膜、有胞間联絲。多細胞的細菌，相連成綫体的，2个連接的細胞互相通連，这和紅藻相似。

売胞　細菌有分泌1个原売以为包圍的，叫做売胞。除売胞而外，又有分泌膠質及膠質中再有売胞的。売胞的发生是在环境不适宜时細胞休眠的現象。但也有人認为是細菌生活史中必經的过程，而并不是休眠。

纖毛　各类細菌中虽都有具纖毛的，但以杆状的为多。纖毛是細胞質向外延长而成，全体細长，长度不一定，普通最短的也比細菌本身要长一些。細菌纖毛生长的式样，概括地来說，可分为4种：

(1)单纖毛的　在杆状細菌的一端生纖毛1根。　(2)双纖毛的　杆的两端各生毛1根。(3)丛生纖毛的　无論一端或两端，都生有纖毛多根。　(4)周生纖毛的　全杆四周都生有纖毛。

繁殖方法　(1)无性繁殖　細菌的无性繁殖方法很多，玆略举几种如下：(一)对分　細胞长成后，横断分裂成相等的两部分。(二)发芽　由母体的旁側向外发芽，芽长大后与母体分裂成2个体；或不分离而継續向前发芽，成为1串細胞，然后各个分离。(三)分枝　白喉、肺病、伤寒等細菌，由杆状細菌先长成Y字状，然后分断，此种現象又叫做"三点繁殖"。(四)分生孢子　細胞一端膨大成球形的孢子，而与母体分断。(五)藻孢　原生質体分段收縮，每段成孢子1枚。(2)有性繁殖　細菌的有性繁殖到近些年来才漸漸发現。大概是接合生殖[Topley 等 1949, Zinsser 等 1935]。

裂殖菌綱提要

(1)自电子显微鏡发明后，我們对于細菌的观念更改了很多。　(2)細菌确是单細胞植物，它們的植物体确是1枚細胞。　(3)細胞核并沒有膜，与組織完善的核仍有区别。　(4)有細胞壁，而化学成分并非几丁質。　(5)有細胞質膜。　(6)有性、无性两种繁殖方法都有。　(7)細菌与藍藻及噬菌体在演化上都有关系(詳見第一編藍藻演化的討論)。　(8)以粘細菌科(Myxobacteriaceae)的生活史而論，則与粘菌及古生菌似乎不无关系。　(9)細菌对于人生的关系非常重大，自然界碳与氮的循环，工业、医药上的利用，人、畜、农作物的病源——都和細菌直接或間接有关。　(10)最近几年，向来依靠进口的抗生素药品，我們自己都能生产了，象：从金霉素鏈霉菌(*Streptomyces aureofaciens*)中取出的金霉素，从灰色鏈霉菌(*Streptomyces griseus*)中取出的鏈霉素，从委內瑞拉鏈霉菌(*Streptomyces sveneznelae*)中取出的氯霉素，从龟裂鏈霉菌(*Streptomyces rimosus*)中取出的土霉素，都是从放射菌中取出的。另外，从杆菌中也取出了很多抗生素，象：从短芽孢杆菌(*Bacillus brevis*)可以取制短杆菌素，多粘芽孢杆菌(*B. polymyxa*)可以取制多粘菌素等等。而蔡潤生等发現新种放射綫菌(*Streptomyces melanochromogenes* 1779)，可以取出放綫菌素K来医治毒癌，这是对医药上的极大的貢献。以上所举的这些，都是我国科学家最近几年来的成就。

第三章　粘菌綱(MYXOMYCETES)

本綱特征　粘菌的构造极为簡单,除繁殖时期以外,都是1团裸露的原生质。有白、黄、紅等各种颜色。且有伪足吞食固体食物。因此,在形态与生理方面,都与变形虫(amoeda)相似。当繁殖之时,全部营养体分化成子实体。子实体的形状和构造,依种类而有不同,有扁而圓,似云南制作的圍棋子而略高厚的,称为块状复孢囊(图 79. *A*)。有分段連續略似拐枣或花生的形状,称为不定形复孢囊(图 79. *B*)。也有成其他形状而分成不育及能育两部分(图 79. *C. D*)。颜色也各不相似。例如:管灰菌(*Tubifera ferruginosa*)为褐色,垂头团网菌(*Arcyria natans*)及裸团网菌(*A. denudata*)初为黄色,后成紅色,粉瘤菌(*Lycogala epidendrum*)为褐灰色,而团毛菌(*Trichia varia*)等与棒形半网菌(*Hemitrichia clavata*)为黄色,褐发网菌(*Stemonitis fusca*)为棕黑色。粘菌的子实体是孢子囊,而孢子壁的构成物质是纖維素。所以它們在营养时期与繁殖时期分别具有动植物两方面的特性,可以認为是两界中間的生物,因此粘菌有菌动物(Mycetozoa)及粘变形虫(Myxamoeba)等别名。粘菌中如褐发网菌((*Stemonitis fusca*),煤絨菌(*Fuligo septica*),灰絨泡菌(*Physarum cinereum*)与粉瘤菌(*Lycogala epidendrum*)等分布很广,是举世所共有的种类。粘菌除孢子囊与孢子的色澤、形状、构造等是分类的标准外,現在根据原生質体的形态及发育,分为群生及合生2目。

群生粘菌目(ACRASIEAE)

本目特征　本目粘菌的营养体是裸露的原生質团,形状与生理都与变形虫相似,且不发生纖毛。繁殖时,各变形虫状的原生質体互相集合成1大团,內有細胞核多枚,因为它們是集合而成的,所以叫做集合多核原質团。由此发育成为具有种类特征的子实体,

圓灰菌属(腐滴菌属)(*Dyctiostelium*)

构造　此菌营养体的构造是1团裸露的原生質,內含細胞核及收縮泡各1枚,蠕蠕展动在动物粪便上,很象变形虫。繁殖体分化为不育的杆(称为孢子囊杆或子囊群杆)及圍集于杆部上端的孢子(或称孢子囊)两部分。

繁殖方法　(1)无性繁殖　每1变形虫状的原生質,可自行分裂成2个体,这是它的无性繁殖。　(2)有性繁殖　当营养生活的末期,多数变形虫状的原生質体互相集合,組成1多核的原質团,这是集合原質团。在此时期,有仍然能活动的;也有活动停止而发育成子实体的。当原生質体集合的初期,細胞核卽进行交配。因此,以后的原質团,实际上是接合子,就是孢子体,而不是配子体。

子实体的形成　子实体形成之先，一部分的原质团，在每1个变形虫状单位的四周，分泌1层細胞壁，以便組成子实体不育的基部及杆。原质团的另一部分，由基部沿杆向上流动，結果聚集于杆的上端，成1大团。然后，各变形虫状的单位分泌1壁，便成为1个孢子(或称为孢子囊)(图79. E,F)。孢子脫落，又可萌发成1个新变形虫状的粘菌(图79. G—I)。

生长环境　此菌生长于动物粪便上及土壤中。

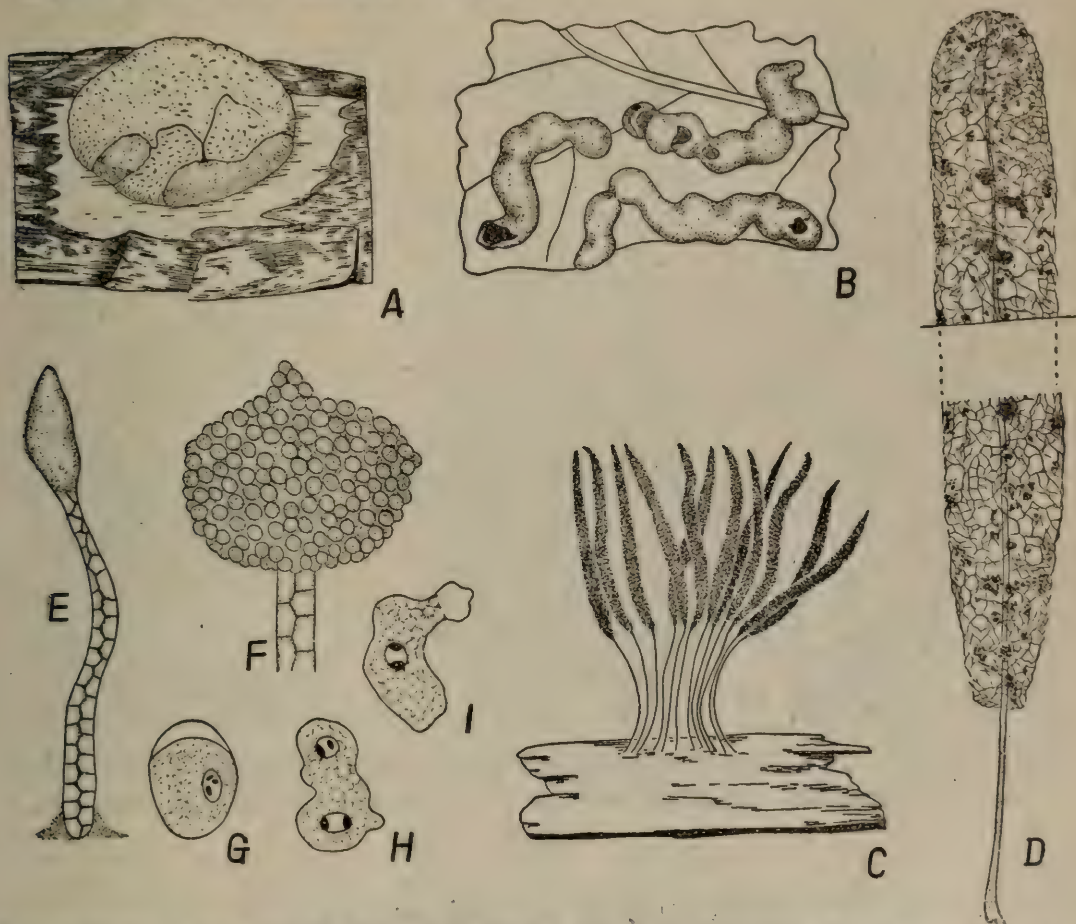


图79. 粘菌的孢子囊：*A*. 煤絨菌的扁圓孢子囊；*B*. 灰絨泡菌的分段子囊；*C*. 褐发网菌的子囊杆及子囊；*D*. 同*C*，放大，表示孢絲及囊軸；*E*—*I*. 圓灰菌；*E*. 子实体全部；*F*. 老子实体的一部分；*G*. 孢子萌发；*H*. *I*. 粘变形虫。(*D*. 临实物，半略图，空白处是表示子囊縮去的部分。*C*. 临 Coulter；*A*—*B*. *E*—*I*. 临 Smith，重繪)

合生粘菌目(MYXOMYCETAE)

本目特征　合生粘菌目又称为眞粘菌目。营养体是变形虫状具单纤毛的单位，即是游动孢子，交配后，接合孢子的細胞核継續不断地进行間接分裂，成1大型的原质团(图80. A—G)。由此发育为具有特征的孢子囊(图80. H—J)或子囊群。孢子产生于子囊的内部或外部。

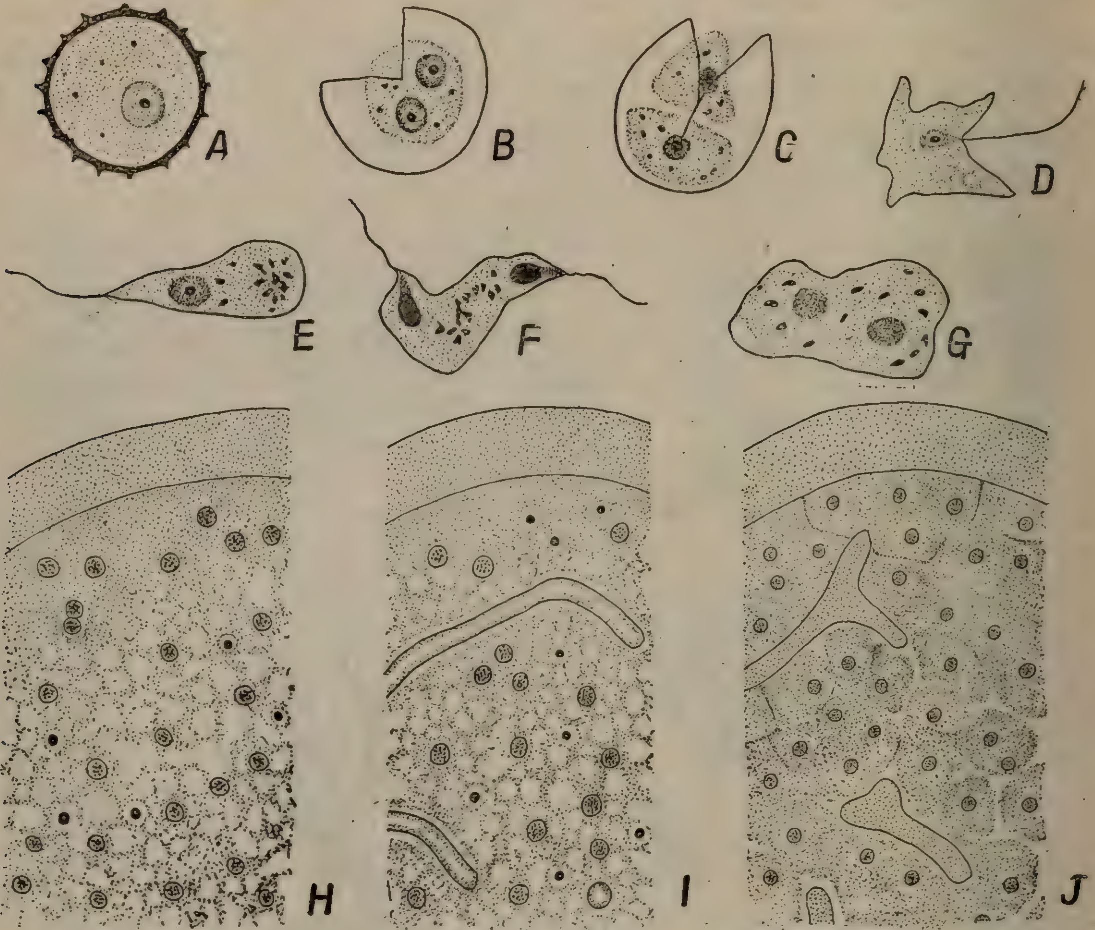


图 80. 灰絨泡菌：*A—C*.孢子萌发；*D—E*.配子；*F*.交配；*G*.接合子；*H—J*.孢子囊形成；*H*.孢絲未发生的时期。*I*.孢絲已形成的时期；*J*.原生质龟裂成孢子。(*A—C*.自 Smith 临 Howard, *H—J*.临 Smith, 重繪)

內孢粘菌亚目(ENDOSPOREAE)

本亚目特征 孢子产生于孢子囊周层之内。原质团极为发达，通常蠕蠕行动于阴湿地区的腐烂树木、叶片上，状如变形虫。原质团可分可合，同种相遇也能联合成为一体。环境不适宜的时候，质体可变濃厚，暂时成为角質状的休眠体。繁殖时，迁移到光亮干燥的地方，全体发育成为孢子囊1至多枚。孢子囊有柄或无柄，各具特有的征状与色澤。

发网菌属(*Stemonitis*)

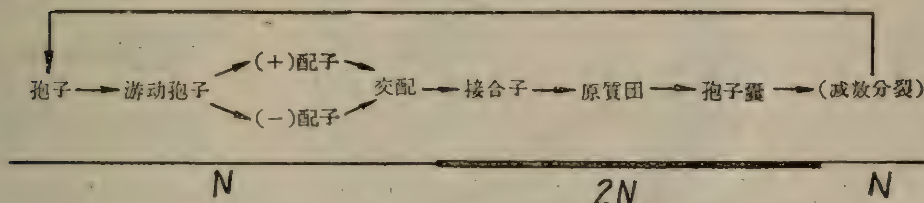
构造 发网菌植物的构造，因生理的演变，可分为营养与繁殖两个时期。在营养时期中，全体是变形虫状及多核的原質团。在繁殖时期，則全体分化成孢子囊。此菌的生活史非常簡单，当

孢子在环境适合的时候，萌发为1团裸体的原生质。内含1枚細胞核，1,2个收縮泡，且发生1根纖毛，这就是游动孢子。不久，纖毛收縮，全体成为变形虫状。細胞核分裂为2枚，全体分裂成2个变形虫。2个变形虫(配子)相遇而交配，成1个接合子。接合子除染色体的数目加倍外($2N$)，一切都与变形虫状的配子体相类似。此后，細胞核継續不断地进行間接分裂，結果在1大团原生质中，有細胞核多枚，成为原质团。最后，全体发育成1个孢子囊。孢子囊棕黑色，长筒形，下部有細纖的柄，称为孢囊梗。梗在囊內的部分，由囊的基部直达于頂端，位于中央的，叫做囊軸。囊軸向各方分枝，成为不規則的絲状体，叫做孢絲。囊內滿生孢子。成熟时，囊的周层破裂，孢絲向外扩張，将孢子彈散于四方(图79. C—D)。減数分裂在孢子形成之前进行。

笔者于1938年9月25日黎明时，在昆明金碧公园中的木桩上，見褐发网菌孢子囊的形成。先为灰白色蚕子状密生的小圓球一丛，排列甚为整齐。不久，漸漸向高生长，其色澤也随之变深，如此便成为丛生的孢子囊群。

生长环境 此菌多生于阴湿腐烂的树木上。我国南北各地都有。

褐发网菌生活史图表



外孢粘菌亚目(EXOSPOREAE)

本亚目特征 孢子生于孢囊柱的外周。原质团平常永远隐居于腐烂树木的內部。当发育为子实体时，始露出寄主的表面。由此分化为孢囊柱及孢子。本亚目仅1属。

鵝絨菌属(*Ceratiomyxa*)

构造 全体成变形虫状的原质团。当发育子实体之前，始由寄主內部露出于外，成乳头状的突起。由此分化成1中央膠质杆，卽孢囊柱。柱的外周有原生质包圍着，这些包圍的原生质自行龟裂成为小块，每块分泌1个薄壁，便成为1枚孢子(也有人認为它是小型的孢子囊的)(图81. A—G)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 大概原生质体可以自行分裂。 (2)有性繁殖 孢子最初含有1枚細胞核，經分裂后，成为4枚細胞核。这次分裂可能是減数分裂。孢子脫落以后，孢壁上发生一孔，原生质体由此排出体外。每1个細胞核与包圍它的細胞质自成1个单位。由此分化成为具有单纖毛的配子2枚。結合时，两配子由尾端开始融合成为1体。細胞核結合后，行动停止。接合子膨大成圓球形。由此发育成1原质团。但发育的步驟如何，則尚无报告(图82. H—R)。

生长环境 此菌寄生于枯死腐烂树木的內部。

图 81. 鹅絨菌: *A—C*. 子实体的形成; *A*. 幼嫩时期; *B*. 原生质龟裂; *C*. 孢子形成; *D—G*. 孢子伸展的略图。(*A—C*. 临 Smith, *D—G*. 自 Smith 临 Gilbert 大意,均重繪)

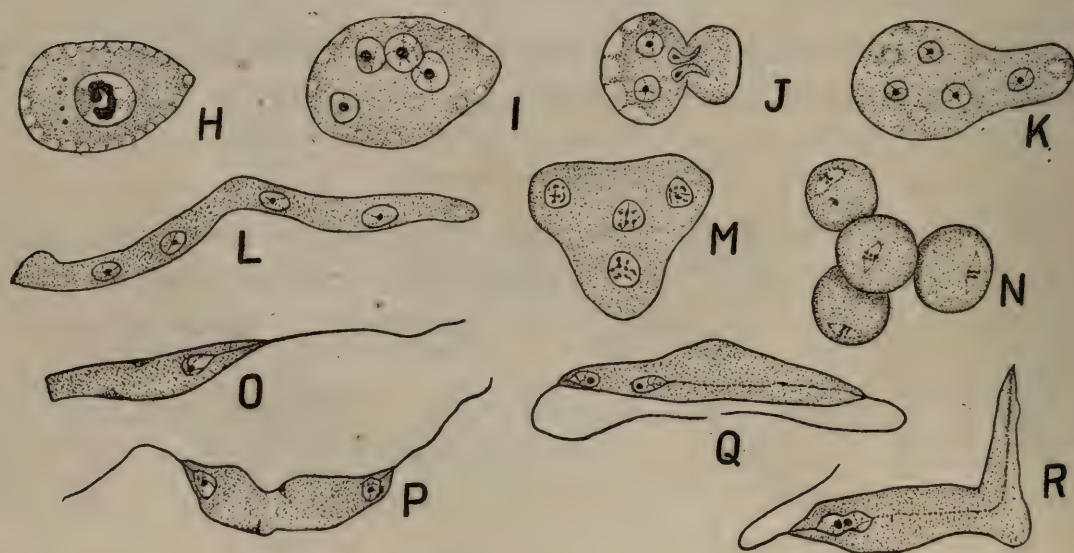


图 82. 鹅絨菌。孢子萌发及配子交配: *H*. 单核孢子; *I*. 双核孢子; *J*. 萌发; *K—L*. 脱离孢壁不久的原生质体; *M—N*. 原生质膨脹成球形,幷龟裂成单核孢子; *O*. 配子; *P—R*. 配子配合的各个时期。(自 Smith 临 Gilbert 重繪)

粘菌綱提要

(1)这1綱植物是菌类的另1支,而且是最簡单的。 (2)粘菌可以分为群生及合生2大群。而合生粘菌中又可分为孢子內生与外生2类。 (3)粘菌营养时期的性质与动物无异;繁殖时期,則与植物相同。 (4)有人将古生菌中的甘藍根肿菌(*Plasmodiophora brassicae*)列为本綱的1亚綱(Phytomyxineae)。 (5)粘菌来源并不单純,但由原生动物(Protozoa)演化而来的成分較鞭毛类为多。 (6)与其他眞菌的关系很少。但与古生菌中的一部分,象根肿菌之类,似乎有关系,而与細菌中的粘細菌科(Myxobacteriaceae),也有相似之处。

第四章　真菌綱(EUMYCETES)

本綱特征　眞菌种类繁多，形态各别。有的与藻类共生成为地衣(Lichens)。有的全体与粘菌相似，成为变形虫状的原质团。也有的分成細胞或菌絲。菌絲又有分枝与不分枝，有节与无节的区别。細胞壁化性的成分，在下等种类则以纖維素为主，在高等种类则以菌类纖維素或几丁质为主。

繁殖器官与繁殖方法　繁殖方法具有性与无性两种，或只具1种。孢子的式样很多，甚至在同一植物上有4，5种不同的式样。孢子直接为菌絲所产生，或者为植物体所分化(古生菌的孢子)，也有經过特殊的构造与步驟而形成的(子囊及担子孢子)。此外，更有的由菌絲先組成特殊的器官，然后产生孢子。在有性繁殖时发育配子，配子有同配生殖与异配生殖之别，而异配生殖之中又可分异积和眞正异形的2种。配子具纖毛或否。游动孢子为下等水生种类的无性孢子。下等陆生种类通常发生分生孢子，由此产生游动孢子。所以，分生孢子实际上就是由游动孢子囊特化而成的。同一游动孢子，又有前后时期具2种形状的。这种孢子，叫做两游游动孢子。这种現象，叫做两游現象。眞菌通常营寄生或腐生，除一部分下等的水生外，通常营陆生。兹将各亚綱叙述如下。

第五章　藻菌亚綱(PHYCOMYCETES)

本亚綱特征　这1綱植物种类不多，在菌类全数之中是比較小的1群。植物体有与粘菌相似，为1团裸露原生质的。也有分泌細胞壁，成为单細胞的。如果发育成菌絲，則为管藻状多核无隔的构造，因此有藻菌的名称。菌絲受伤及生長繁殖器官时，則生長横隔壁，以进行隔离。繁殖时，有性繁殖与无性繁殖都有。除最下等的种类，全植物体分化为1个单独的或1群的孢子囊外，其余的藻菌都在无性繁殖时发生孢子囊，体內产生多量孢子。有性繁殖时，发生同形或异形的配子囊。接合孢子通常有厚壳，而且是休眠孢子。减数分裂通常在接合子萌发之前进行。

藻菌可分为三类(也可以称为目)：(一)古生菌，(二)卵菌，(三)接合菌。

古生菌类(ARCHIMYCETES)

本类特征　本类植物是眞菌中最下等的。植物体有的与粘菌相同，仅仅是1团裸露的原生质。也有发生細胞壁，成单細胞，或发育成伪足状的吸收器，及发育多枚无节的菌絲体的。多数在繁殖的时候，植物体全部或一部分分化成子实体。有性繁殖时，产生配子。配子同形或异形(异积)。同体或异体所产生的配子都能交配。无性繁殖的时候，产生游动孢子。本类植物多数寄生于水生及陆生的动、植物或他种菌类。极少数为腐生。

根肿菌目(PLASMODIOPHORALES)

本目特征　植物体为变形虫状的裸露原質团，营养与发育完全在寄主体內进行(图83.

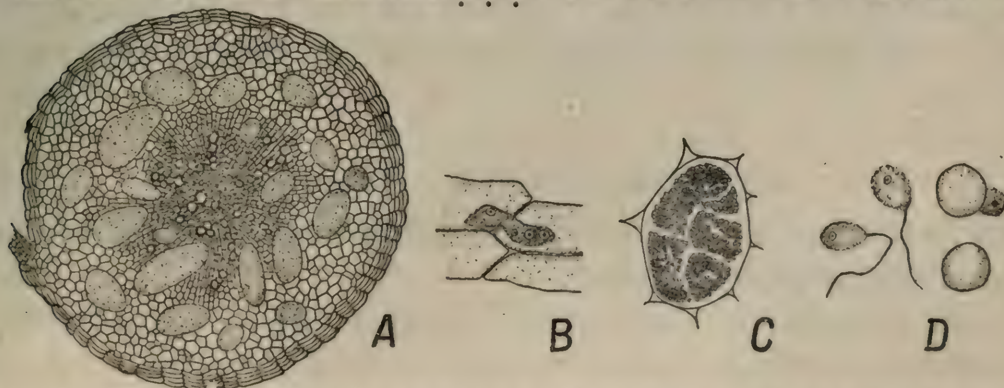


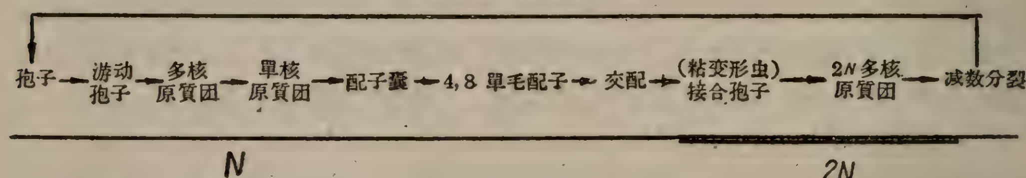
图83. 甘藍根肿菌：*A.* 病根的横剖面略图，表示病菌生長的地方及組織的畸形发育；*B.* 病菌的多核原質团穿過形成層細胞；*C.* 孢子；*D.* 孢子萌发及游动孢子。(*A.* 和 *C.* 臨切片；*B.* 自 Heald 臨 Kunkel；*D.* 自 Smith 臨 Chupp)

A—B)。繁殖时，全植物体分化成孢子。孢子有壁，萌发时，每1个孢子发育成为1个具有单纤毛的游动孢子或配子(图83. *C—D*)。

甘藍根肿菌(*Plasmodiophora brassicae*)

病征 此菌除寄生于甘藍的根部而外，多数十字花科植物都可以受它的侵害，甘藍幼苗受害3—5个星期时，根部肿大10—12倍，叶色变为灰綠或发黃，受害的幼苗往往死亡得早。受害稍迟的，虽不立即枯死，但菜叶終不包卷成球以供食用，而根部肿大并且潰烂。

甘藍根肿菌生活史图表



生长环境 此菌在欧、美两洲都很普遍，且为害很大。我国并不多見，它生长所在和甘藍等十字花科植物栽培地区有关。

壶菌目(CHYTRIDIALES)

本目特征 本目菌类构造簡单，是菌类中的极下等的。菌絲体很不发达，全体是1枚单細胞，或是纤細的綫状体而末端逐漸尖細。也有較为粗大成筒状构造的。菌絲体的生長限于寄主1枚細胞之內，或分枝穿越几枚細胞。繁殖时，全植物体分化成1群或1个孢子囊或休眠孢子。无性繁殖时，全植物体或其一部分发育成为单細胞孢子囊。子囊壳薄，而生于夏日的是夏孢子囊，厚壳的叫做休眠孢子囊。游动孢子具纤毛1或2根。有性繁殖时，产生具有纤毛的配子，由交配的結果而发育的孢子囊或孢子，叫做接合孢子囊或接合孢子。本目菌类为寄生或腐生，水生或陆生。水生的通常寄生于藻类及其他藻菌之上，也有以水中腐烂的果实、花粉粒、树枝、昆虫尸体等为寄主的。本目包含菌类甚多，玆取世界有名的馬鈴薯癌肿病菌，及我国近年发現的根壶菌等，分述如下:

馬鈴薯癌肿菌(*Synchytrium endobioticum*)

病征 此菌专主侵害馬鈴薯的块莖，使它发生贅疣状的突起(图84. *H—I*)。瘤色初是白的，久之則变棕銹色，受病的馬鈴薯日久則腐烂。

生活史 此菌极为簡单，几无任何构造可言。当它由孢子萌发后，成为变形虫状的原質团，有1枚細胞核及1，2个收縮泡。与变形虫不同的是有1根纤毛而已(图84. *E*)，这就是游动孢子。不久，纤毛收縮，全体与变形虫无异，便由寄主外部鉆入皮层細胞中(图84. *F*)，通常圍繞于寄主細胞的四周，而且逐漸長大。它的細胞核也随着剧烈地增大，逐漸充满寄主的細胞时，分泌薄

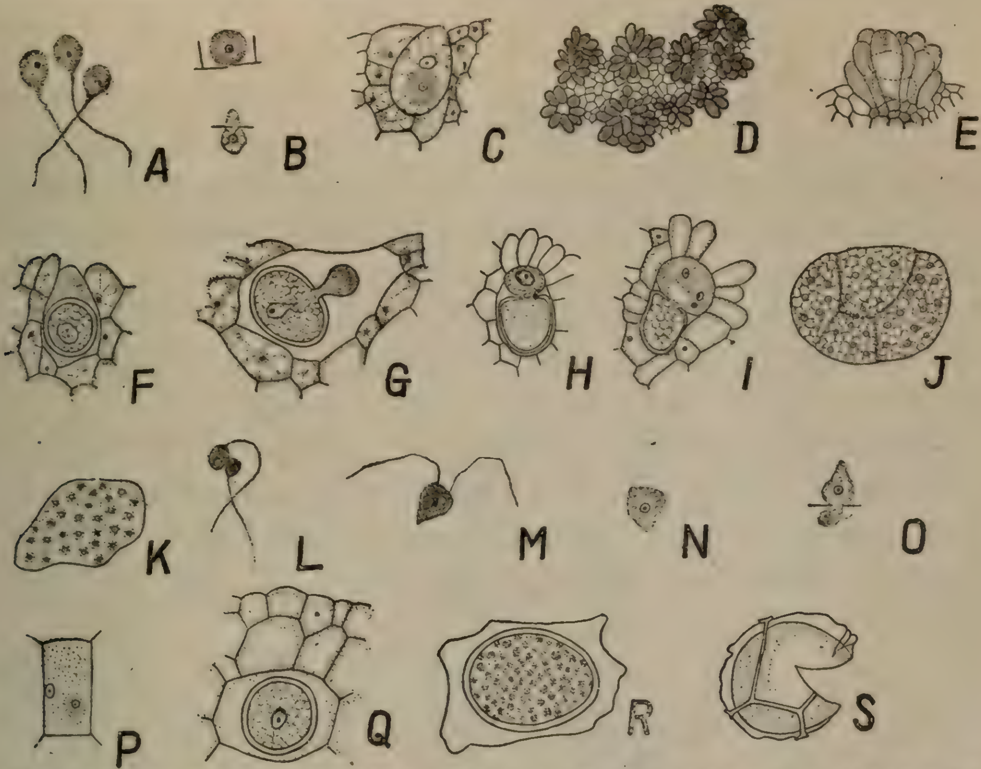


图 84. 馬鈴薯癌肿菌：*A*. 游动孢子；*B*. 病菌內侵；*C*. 病菌侵入后，畸形膨大的表皮細胞；*D*. 未成熟的夏孢子群；*E*. 已交配的細胞；*F*. 成熟的夏孢子；*G*—*I*. 夏孢子萌发；*J*. 幼子囊群；*K*. 成熟子囊；*L*—*M*. 交配；*O*—*P*. 接合子內侵；*Q*. 幼休眠孢子；*R*. 休眠孢子內部游动孢子原基的形成；*S*. 空的休眠孢子。(自 Gaumann & Dodge 临 Curtis, 重繪)

壁成为夏孢子(图 84. *G*)。夏孢子并不休眠，它的原生質体与內孢膜不久穎脫外孢而出，成为1囊而仍居寄主細胞之中，同时，細胞核分裂，成为1个大型而多核的原質团(图 84. *J*—*M*)。同时，由此可以自行分裂为9小团，每1小团是1个孢子囊。每1个孢子囊中发育成孢子 200—300 个(图 84. *N*—*O*)。孢子囊膨大，将子囊群的壁及寄主組織脹破，孢子囊遂得出外。不久，每个孢子囊发生无色透明的小管1，2根。管破裂时，无数单細胞核的游动細胞由此泄出，游泳于土壤的水中，其中有不經过交配而直接侵害新寄主的是游动孢子，其中相遇而交配的則是配子，由此侵入寄主。交配时，是旁側交配，而头各向一方。交配后，成1个形体較大而具有2根纤毛的游动孢子(图 84. *L*—*M*)。不久2个孢子核交配成为1体，成为接合子。接合子游泳达到寄主时，纤毛收縮，同孢子囊所发育的游动孢子一样，以同样的步驟鉆进寄主細胞中(图 84. *O*—*P*)，发育成1个厚壁的休眠孢子，成为冬孢子，又名厚壁休眠孢子。休眠孢子所在之处，比較夏孢子更为深入，夏孢子通常在寄主皮层的外周，而休眠孢子則每在寄主的內部(图 84. *Q*)。次春萌发时，細胞核先行減数分裂，然后成为1个多核的原質团(图 84. *R*—*S*)。每1个細胞核与它周圍的細胞質組成1个孢子，由这种孢子又可萌发成为游动孢子。如上所述，它的夏孢子、休眠孢子，实际上都是孢子囊。

生长环境　此属菌类，通常以被子植物的表皮为寄主，而这1种寄生于馬鈴薯上，使寄主成

癌肿而腐烂。

根壶属(*Rhizophidium*)

构造 植物体分为营养及繁殖二部分，营养部分伸入寄主細胞之內，是裸露的原生質成根狀的分歧。繁殖部分居寄主体外，通常近于球形，外周具有分化明显的細胞壁，內部含有无数的細胞核(图 85. *C*)。

繁殖方法 (1)无性繁殖 繁殖时，体內原生質体最初龟裂，成为无数小块，每块含 1 个細胞核，并分化为 1 个单纤毛的游动孢子。游动孢子遇到新寄主时，纤毛消失，发生假根狀的凸起，伸入寄主的細胞中，在寄主体外的部分分泌細胞壁，便成为 1 个新植物(图 85. *A—D*)。 (2)有性繁殖 依游动孢子发育的同样步驟，产生同形配子。正(+)配子依游动孢子萌发时的相同步驟，发育 1 个新植物。另 1 配子，即負(−)配子，在其体的上部，同其粘合，此后两端相通。(+)配子中的原生質体全部泄到(−)配子中，而两細胞核行交配，便成为 1 个接合子。不久，分泌 1 层厚壳(图 85. *E—I*)。接合子在 2—3 日內萌发，并产生游动孢子。

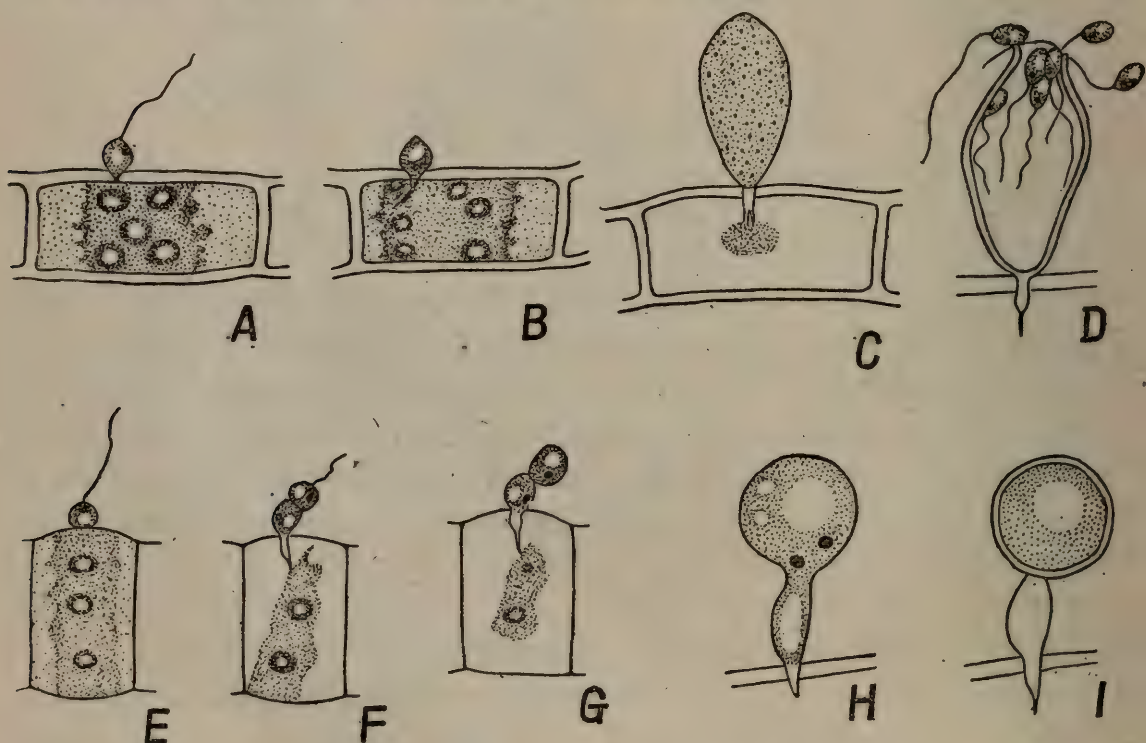


图 85. 根壶菌：*A—B*. 孢子萌发的初期；*C*. 成熟的植物体；*D*. 游动孢子的泄出；*E*. +配子；*F—G*. 交配；*H*. 膨大的接合子；*I*. 成熟的接合子。(自 Smith 临 Couch，重繪)

生长环境 此属菌类在海水及淡水中都有发现。通常寄生在水中藻类、菌类及花粉粒上。抗日战爭期間，在昆明发現的有寄生在油杉(*Keteleeria*)花粉粒上的 *R. pollinispini*。

藻寄生菌属(*Harpochytrium*)

构造　单細胞，管筒状。最下端略呈球形，伸入寄主細胞中。稍向上，則更形細小，略成頸状。再上，則为較粗的管筒(图 86. *A*—*C*)。

繁殖方法　仅发現此菌有无性繁殖。繁殖时，由管筒向上延长，不久內部生 1 横断壁，将 1 管分为 2 段。前段为游动孢子囊，孢子成熟时，囊的頂端破裂，孢子便游散于外。遇寄主时，就粘附着，菌体的一部分鉆入寄主細胞內，并同时分泌細胞壁膜，成为 1 个新植物。老孢子囊破裂之后，仍然可按同样方法，由原来母体継續不断地向上发生新孢子囊(图 86. *D*—*G*)。

生长环境　此菌生于淡水中，通常寄生于水綿上。

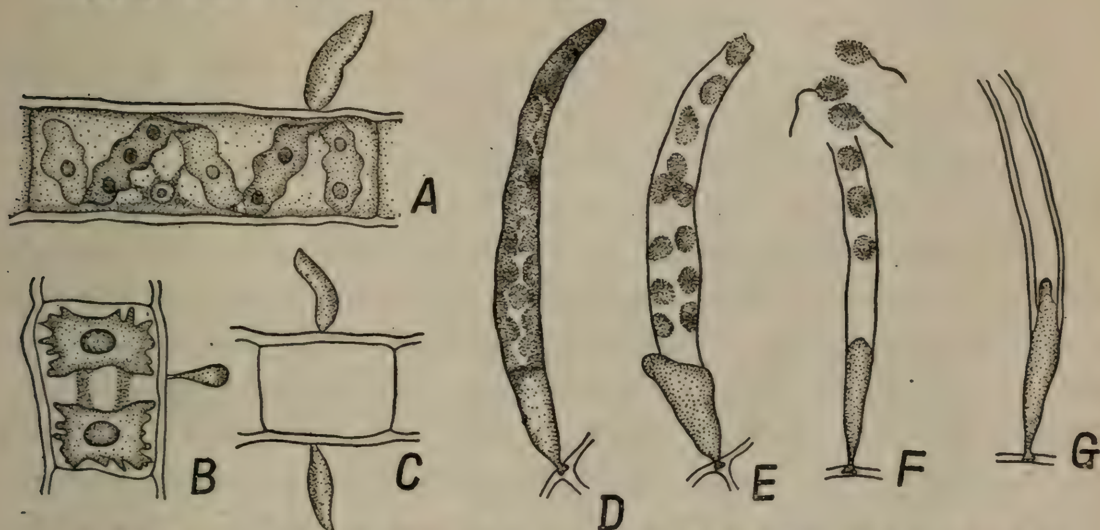


图 86. 藻寄生菌：*A*—*C*. 寄生在水綿及双星藻的情况；*D*. 游动孢子所发育的幼植物体；*E*—*F*. 游动孢子的散泄；*G*. 幼孢子囊从孔孢子囊中生出。(自 Fitzpatrick 貼 Atkinson 1903)

卵菌类(OOMYCETES)

本类特征　本类植物都有菌絲，菌絲的构成物質是纤維素，发育良好，綫形而分枝，內含无数細胞核，沒有横隔壁，是多核的。繁殖方法分有性及无性两种。有性繁殖时，发生显著的卵形雌配子与雌配子囊及雄配子囊(精子囊)。无性繁殖时，发生多核芽管、分生孢子或游动孢子。凡属于此类的菌类，下等的水生，高等的陆生，寄生及腐生的都有。

水霉目(SAPROLEGNIALES)

本目特征　此目菌类多半水生，少数陆生。寄生于动物、藻类、高等植物以及其他菌类上。

菌絲通常无隔而分枝。游动孢子囊生于枝的末端，常由一处継續发生。每1个游动孢子分前后两时期，形态因时期而不同。此种現象叫做两游現象。雌配子卵形，雌配子形成时，雌配子囊内所有原生質体全部分化成雌配子細胞，或唯有在囊中央的分化成配子。交配之前，雌、雄配子囊密接靠近。交配时，雄配子囊发生接合管，伸入雌配子囊内，也有不发生接合管，而在雌、雄配子囊壁上发生1孔的。

水霉属(*Saprolegnia*)

构造 菌絲分枝，无隔，是多核的。通常寄生于小魚上，或腐生于水中死蝇、白蟻幼虫或玉蜀黍上。肉眼所見的一些密生的細白毛就是菌絲。

繁殖方法 (1)无性繁殖 (*a*)厚垣孢子或叫做芽孢，菌絲中原生質密集于一处，且发生横断壁，分为連接的細胞多枚。每1枚細胞成1个孢子，就是衣孢子。 (*b*)游动孢子，原生質与細胞核集中于菌絲枝的末端，同时，枝端加粗，并于膨大部分的基部发生1横断壁，此膨大的枝端就是游动孢子囊。囊内各細胞核之間发生龟裂，成为无数小块。每1小块的中央有1枚細胞核，这就是游动孢子(图87. *A*—*C*)。孢子成熟时，头尖尾鈍，形如洋梨，尖端生2根纖毛。此时孢子囊頂端破裂，成一小孔，游动孢子由此外出。此梨形的游动孢子游泳几分鈡后，变成圓球形，且分泌纖維素的壁，成为静孢子。不久，自行萌发为腎脏形的游动孢子，而且在它側旁凹下的地方生出2根纖毛。以后，再鼓成圓球，然后萌发，并延長成为菌絲。此种有变化的孢子，叫做两游孢子。这种現象就是两游現象。 (2)有性繁殖 雌配子囊的发育 細胞質与細胞核向某1小枝的末端密集，枝的中部发生1液泡，下端发生1横壁。液泡膨大，将細胞質等向外推挤，因此菌絲的壁也向外扩張，最終成1球形細胞，为雌配子囊(图87. *D*—*F*)。不久，細胞核自行分裂，但除少数几枚之外，其余都已退化。此后，細胞質发生龟裂，将細胞核各个分离成为单核的小块，每一小块自行膨脹成圓球，成为雌配子(图87. *F*—*H*)。此时，中央液泡早已消失，雌配子囊的内部全为雌配子所占据。 雄配子囊的发育 当雌配子囊发育之时，其邻近的菌絲也随之而起分化。枝端逐漸膨大，基部也发生1横壁，此膨大的部分卽为雄配子囊。它的体积只是雌配子囊的若干分之一，且形状也不很規則，通常呈管形而弯曲(图87. *D*—*F*)。当雌配子囊中細胞核分裂时，雄配子囊中細胞核也同时分裂。雌、雄配子囊通常互相紧靠而生，在同一雌配子囊上常有多个雄配子囊。 交配 配子成熟时，雄配子囊发生細長而分枝或不分枝的接合管。每1根接合管通达于1个雌配子(图87. *I*—*J*)。雄配子由管进入雌配子囊而与雌配子交配。接合子光滑，外壁很厚，内壁較薄。接合子老时，吸收脂肪而呈黃色或棕色(图87. *K*)。

萌发 接合孢子(又名卵孢子)成熟后，經休眠而萌发。减数分裂大概在萌发之前进行。萌发时，外壁先行破裂，内壁向外伸長成为芽管。芽管分枝或不分枝，可立卽侵害寄主。或发育1到多个游动孢子囊。

生長环境 此菌通常生于淡水中，虫、魚的尸体上，有在咸水中发現的。我国南北各地如昆明、南京、北京、厦門等处都有发現。

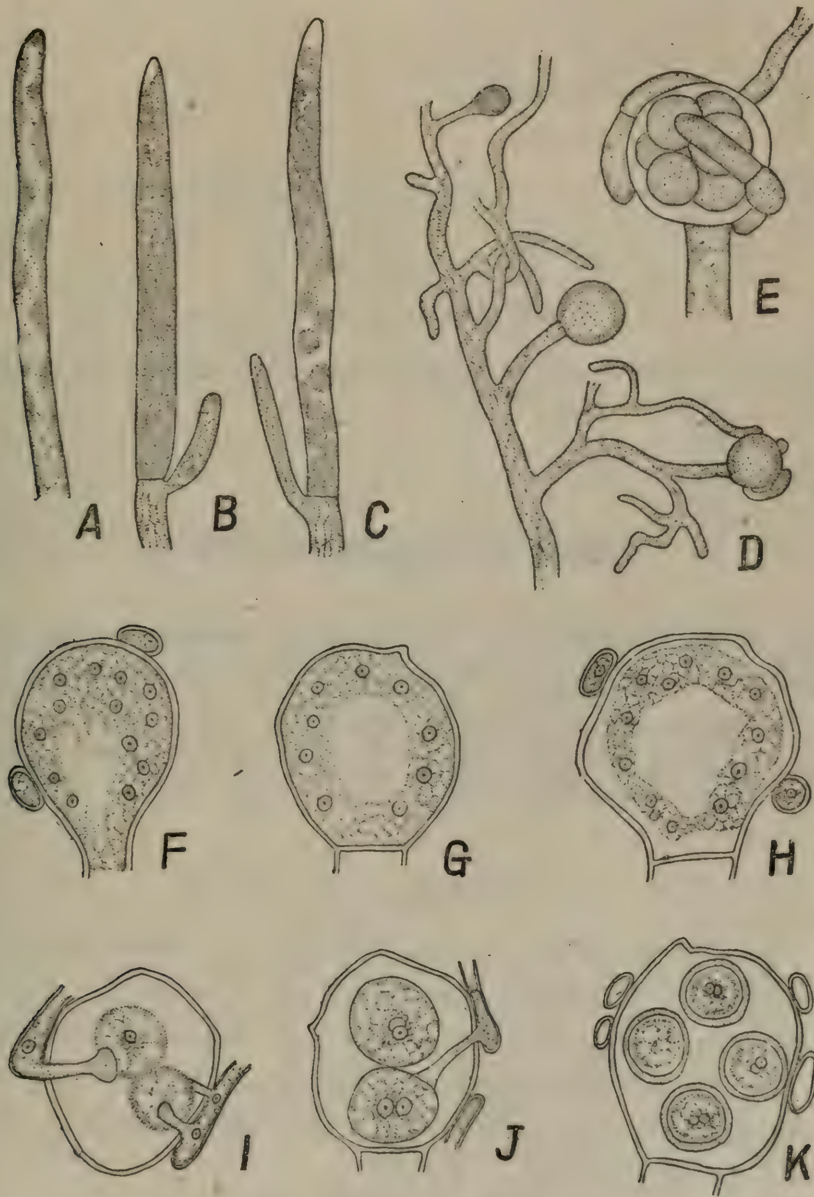
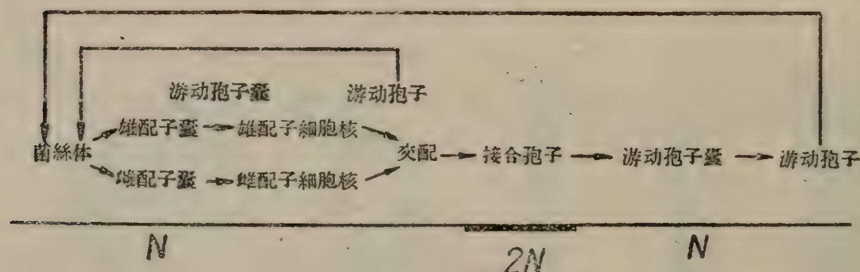


图 87. 水霉: *A—C*. 游动孢子囊和游动孢子的形成; *D*. 菌絲的一部分和幼繁殖器官; *E*. 成熟的繁殖器官; *F—G*. 雌配子囊; *H*. 原生质分裂; *I*. 正待交配; *J*. 交配、接合; *K*. 成熟接合子。(临 Smith)

附 注 水霉有同宗与异宗配合之别。又常有单性生殖現象。

水霉生活史图表①



絲囊霉(*Aphanomyces euteiches*)

此菌在分类上与水霉非常相近，形态也相仿佛，且游动孢子也有两游現象。此菌专門侵害豌豆，使根腐烂。

霜霉目(PERONOSPORALES)

本目特征　此目菌类都是陆生的，多半侵害种子植物。菌絲生于寄主細胞的隙縫中，发生吸器，鉆入寄主細胞中。吸器的形状很多，有象小球結的，有分叉的。无性繁殖时，产生分生孢子。分生孢子产生游动孢子或直接发育成菌絲体。有性繁殖时，发生雌、雄配子囊。雌配子囊中发育1枚卵形雌配子，雄配子囊內产生几枚雄配子。雄配子并无特殊的分化，卽为原生質体与細胞核而已。

白銹屬(*Albugo*)

病征　十字花科植物的白銹病，多半都是蔬菜白銹(*Albugo candida*)所致。这是全世界十字花科植物最普通的病。除根部而外，其余部分都可被侵害。被害之处成为疱口，疱口大小不等，破裂时呈白色的粉末。被害部分除疱口外，通常肿大，莖則弯曲，叶則加厚而且卷縮，花莖被侵害則变歪扭。花变綠色或紫羅兰色，花冠变成不整齐，幼苗往往受害而死亡。

构造　菌絲发达，分枝，无隔，是多核的，菌絲体寄生于寄主細胞的胞間隙中。菌絲之旁发生小形球状的吸器，伸入寄主細胞之內。

繁殖方法　白銹种类繁多，繁殖方法虽大致相同，实則各有差异。現在用蔬菜白銹(*Albugo candida*)为例：

(1)无性繁殖　生于寄主皮层中的菌絲，向外发生直立丛生的菌絲，将寄主的表皮层向外推頂，膨成隆起的小泡。直立的菌絲継續向外生长延长，表皮終于被頂破，每一根直立的菌絲先由頂端膨大成为圓球。在同一菌絲，由上而下連接不断地发生圓球多个，成为一串。各球之間发生

① 按(Gaümann 及 Dodge 1928)略改。

横断壁,每1个圓球即是1枚分生孢子。分生孢子无色,細胞壁很薄,內含細胞核多枚。直立菌絲在分生孢子以下的部分,而尙未膨脹成孢子的,叫做分生孢子梗。分生孢子在适当的溫度、湿度之下立即萌发,如果遇到水、露,在2—10小时中即可发生游动孢子。分生孢子的寿命很短,普通不过6周而已(图88. *A*)。　分生孢子的萌发　分生孢子成熟时,各自脱离,借风力而飞散,又因

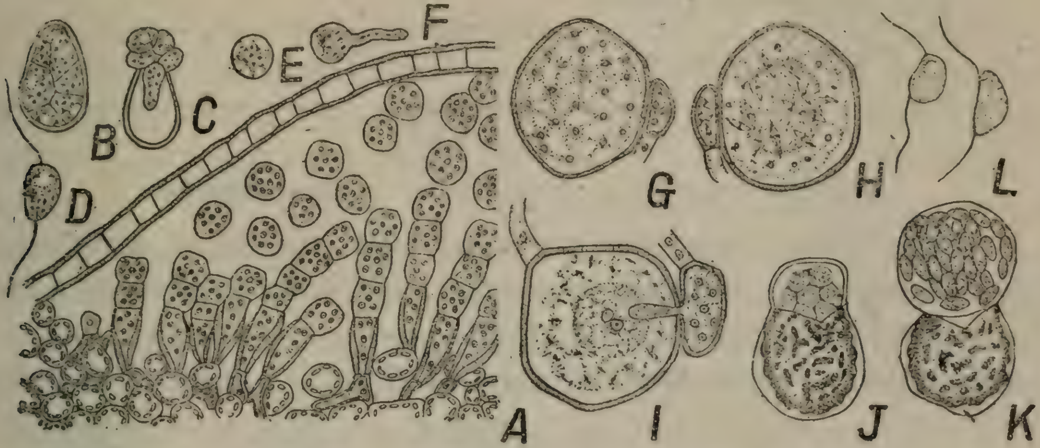


图88. 蕓菜白銹: *A*. 分生孢子在寄主表皮下发育的状况; *B*—*C*. 分生孢子的萌发; *D*. 游动孢子; *E*—*F*. 孢子及萌发; *G*. 雌、雄配子囊; *H*. 細胞核分裂, 周質及卵質的分化; *I*. 交配之前; *J*—*K*. 接合子萌发; *L*. 游动孢子。(*A*. 临 Smith, 余自 Smith 临 De Bary)

水、露,而粘附于新寄主。分生孢子內部原生質体发生龟裂,成为单核的小块,4—8块,每块是1个游动孢子。成熟时,分生孢子的壁开1小口,游动孢子便得以外出。游动孢子卵圓形到腎脏形,由它旁側凹下的地方发生長短不齐的纤毛2根。游泳不久,纤毛收縮,全体成为球形,并且分泌1层纤維素的細胞壁。此后发生芽管,經气孔而鉆入寄主組織之內(图88. *B*—*F*)。

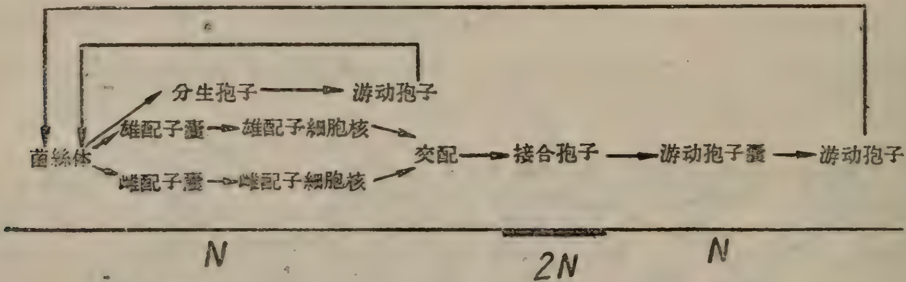
(2)有性繁殖　雌配子囊　有性繁殖的时候,同一植物的体菌絲上发生雌、雄配子囊。雌配子囊球形,它的原生質体分为周質和卵質两部分。周質在四周,細胞質稀薄,有很多液泡。卵質在中央沒有液泡,細胞質比較濃厚。最先,雌配子囊中所含的細胞核,游离散处于細胞之中(图88. *G*)。此后仅1枚留居于中部,其余的移动到周質中,同时发生比細胞核稍大的核体,称为中体。此时中央与周圍的細胞核同时分裂,除留存于中央的1枚之外,分裂后不久全行退化,这个唯一留存的核就是雌配子核(图88. *H*)　雄配子囊　雄配子囊的体积只是雌配子囊的若干分之一,且不規則。通常緊貼于雌配子囊。細胞核与雌配子囊中的同时分裂,但数目不及雌配子囊中的多。　交配　雌、雄配子成熟时,雄配子囊发生1根接合管,通达到雌配子囊之內。雄配子1,2枚,由此泄入雌配子囊中。其中1枚与雌配子交配,其余的1枚退化(图88. *I*)。此接合的細胞核,隨即行減数分裂成为30—40枚,并发生坚厚的外壁,来抵御寒冷的冬季。

萌发　次春,天气和暖时,接合孢子的原生質开始活动,将外壁脹破。內壁由破裂处向外凸出,形状象袋囊一样,将游动孢子泄出于外(图88. *J*—*L*)。

生长环境　白銹通常以十字花科、旋花科、菊科、馬齿莧科等植物为寄主,凡莖、叶、花梗等柔

嫩的部分都能生长，为害很严重。我国各地都有发現。

白锈生活史图表



葡萄霜霉菌(*Plasmopora viticola*=*Peronospora viticola*)

病征　此菌可以侵害葡萄的叶、叶柄、卷須、花朵以及果实。叶片受感染后，最初出現灰黃透明的斑点。并且由叶的气孔向外发生奶白色的絨毛，因此，叶的組織如果被侵害过久，多半枯萎。树木因叶片萎脫而营养不足，下次的产量因之而减少。

构造　菌絲体生长于寄主的細胞間隙中。通常密集于气孔之下。球結状的吸器，伸入細胞

图 89. 葡萄霜霉菌：*A*. 分生孢子杆和孢子；*B*. 多核的分生孢子囊；*C—F*. 分生孢子囊的萌发；*G*. 游动孢子；*H*. 游动孢子的萌发；*I*. 接合子的萌发。(自 Smith, *A—B*. 临 Smith, *C—H*. 临 Gregory 1912, *I*. 临 Arvens 1929, 重繪)

之內。游动孢子腎脏形,有纖毛2根,纖毛不生于凹处而生于相反的凸出部分。

繁殖方法 (1)无性繁殖 菌絲体由气孔中向外发生直立而分枝极有規則的菌絲3—6根,但也有多到20根的。每根就是1个分生孢子梗,每1个梗又分3—6枝,每枝又可再分数次,成为多数的小枝,每枝与其所分出的枝的角度都成直角。小枝的末端发生2—4个纖細而短的柄,是为孢子小柄。每1个孢子小柄上,生長1枚分生孢子。如果綜合全体来看,則和成球的葡萄彷彿相似(图89. *A*)。分生孢子最初含有細胞核1枚,不久分裂成几枚(图89. *B*)。孢子散落以后,每1枚細胞核,因它周圍的細胞質分化而成为1个游动孢子。在孢子特別延長的管狀构造的末端破裂成1小口,游动孢子由此外出,游泳于水、露之中(图89. *C—G*)。經过相当时期的活动后,方才靜止。靜止的时候,纖毛收縮,全体变为圓形,并且分泌1層纖維素的膜,以后隨即发生1根芽管(图89. *H.*)。芽管經过气孔而鉆入寄主体內。 (2)有性繁殖 雌、雄配子囊的发育,都与白銹相彷彿。雌配子細胞核1枚与雄配子細胞核交配。雌、雄配子交配以后,发育成1个厚壁的接合孢子,度过严冬。次春萌发的时候,外壁先行破裂。接合細胞核先行減数分裂。內壁膜向外伸長,成1条不分枝的短菌絲体,这就是原菌絲体。原菌絲体的頂端膨大,成1枚大型的分生孢子(图89. *I*)。萌发的时候,分生孢子中全部原生質体泄出于孢子以外,成1个裸露而多核的原質团,原質团沒有纖毛。隨即自行膨大成为圓球,并且发生囊壁,再生長1根芽管。

生长环境 葡萄霜霉病非常普遍,全世界都有发现。用波度氏液(石灰加硫酸銅)可以防治。

另种葡萄霜霉菌(*Rhysotheca viticola*)

这种病菌的形态与以上所講的 *Plasmopora viticola*, 除接合子萌发时所发育的分生孢子产生游动孢子外,其余步驟都是相同的,因此以前将这两种都叫做 *Plasmopora viticola*。

接合菌类(ZYGOMYCETES)

本类特征 屬于接合菌的菌类,在演化上的高低与卵菌类不相上下,但其配子是同形而不是异形,而且都生在陸地而不是水生。接合菌的植物体可分几种:下等的与卵菌类相似,具多核无隔的菌絲。高等的可发生橫断壁,分为細胞。菌絲为几丁質所构成,但也有少数种类具纖維素的。菌絲有的可以自行分断成为薄壁的粉孢子或厚壁的芽孢子。繁殖的方法分有性与无性两种。孢子囊、分生孢子及配子囊一概发生于单倍植物体上。发生于双倍植物体的是接合孢子。交配的方法都是接合交配。交配时,雌雄配子囊先行接合,然后配子由此方泄至他方而行配合。本类沒有游动孢子。配子也沒有纖毛,并且不能自由游动。这1类植物多半为同宗配偶,但在比較进化的种类里也有异宗的趋向。

毛霉目(MUCORALES)

本目特征 菌絲发达,生长茂盛,分枝繁多,嫩时多核,老时发生橫断的隔壁。腐生,通常寄

生在死物上。菌絲体分营养及繁殖两部分；营养菌絲通常伸入寄主体內，吸收养料。繁殖菌絲生长在空气里，它的上面生有繁殖器官。无性繁殖时，产生胞間生长的厚垣孢子或薄壁的孢子。或在特殊的孢子囊梗上发育孢子囊、小型孢子囊及分生孢子。有性繁殖的时候，为同形配子囊相接合而发育厚壁的接合孢子。也有些具有单性繁殖的现象。接合孢子萌发的时候，发生1根原菌絲体，菌絲頂端膨大成1个孢子囊(又名芽孢子囊)。游动孢子不見于本目的任何种类中。

黑根霉(*Rhizopus nigricans*)

构造 菌絲很发达，自由分枝，多核无隔，分吸收与营养两部分。营养部分生于寄主的体外，又可分为匍匐与直立两种。匍匐菌絲由一点向四周发生細长的菌絲，叫做"匍匐茎"，向上发生丛生直立的孢子囊梗，梗的尖端生球形膨大的孢子囊。向下发生吸收菌絲多条，有根状的分枝，叫做"假根"(图90)。

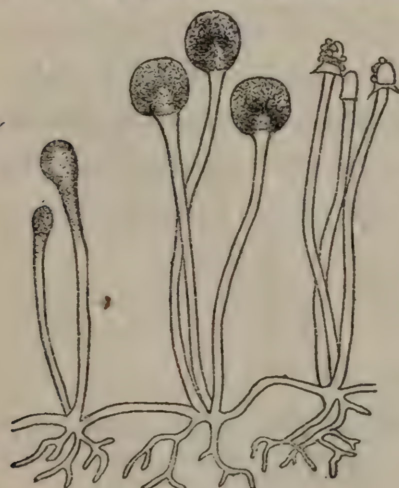


图90. 黑根霉。(实物写生略图)

繁殖方法 (1)无性繁殖 本体繁殖 由1个植物体向外发生"匍匐茎"。每1根"匍匐茎"的末端，向下发生吸收菌絲，向上发生直立的孢子囊梗，另成1新植物体。

(2)孢子繁殖 菌絲向上直立生长，到相当长度的时候，細胞質及細胞核聚集于菌絲的上部，細胞質中发生无数小液泡。菌絲的上部逐漸向外膨大，終成圓球形，是为孢子囊。囊的外壁，叫做孢子囊壁。各小液泡自相粘連，成为上、下两层薄膜，并与孢子囊壁同时向上方及周圍膨脹，而且在孢子囊之內組成1个球形物的构造，叫做囊軸。囊軸的膜将孢子囊內的原生質体分为两部分，在周圍的处于孢子囊壁与囊軸膜之間，含細胞核比較多，細胞質比較濃。在囊軸之內，处于中央与孢子囊梗相通連之部的，其中所含有的質体与通常菌絲中相似。此后，孢子囊中的原生質发生龟裂而分成小块，每1小块含細胞核几枚及細胞質少許，每块成为孢子1枚，是为孢囊孢子。囊軸膜継續向外推脹，終于将孢子囊壁压破，孢子便借风力飞散。孢子萌芽，又可直接成1株新个体(图91. *A*—*C*)。



图91. 黑根霉孢子囊的发育：*A*. 囊軸形成之前；*B*. 囊軸的形成；*C*. 孢子的形成。(临 Smith 重繪)

(3)有性繁殖　黑根霉为异宗的植物，非遇异性菌絲，决不发生有性器官。当异性菌絲相遇而接触时，在彼此接触处的細胞壁相对膨凸。在这膨凸的部分，彼此接触的前端，由圓形漸变平行，其余部分漸漸加粗加长，凸出而接触的部分，即为两个原配子囊。原配子囊繼續长大，不久每个原配子囊各生1横断壁，将原配子囊分为2部分：前半部分由此横断壁到两原配子囊相接的部分叫做配子囊，后半部分叫做囊柄。此时，配子囊中滿貯濃厚的細胞質及多数細胞核。但两个配子囊彼此的大小与形状都完全相同(图92. A—C)。　交配　2个配子囊接触的壁的中央开始溶化破裂，結果两个配子囊終于成为1体。当中部的壁破裂的时候，細胞質及細胞核即开始由1个配子囊移到另1个配子囊而互相混和；到中部的壁完全消失时，双方細胞核多退化而消失，余剩的少数彼此自相成对接合。此时，配子囊里含有貯食物顆粒很多，它的外壁加厚，通常发生小突起及刺，成为接合孢子(图92. D—E)。

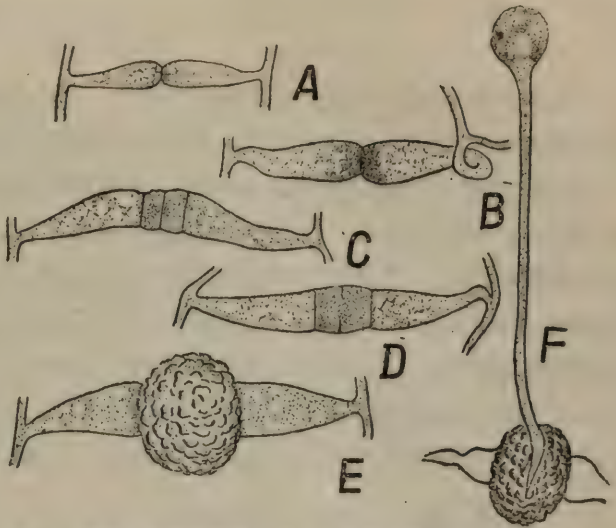
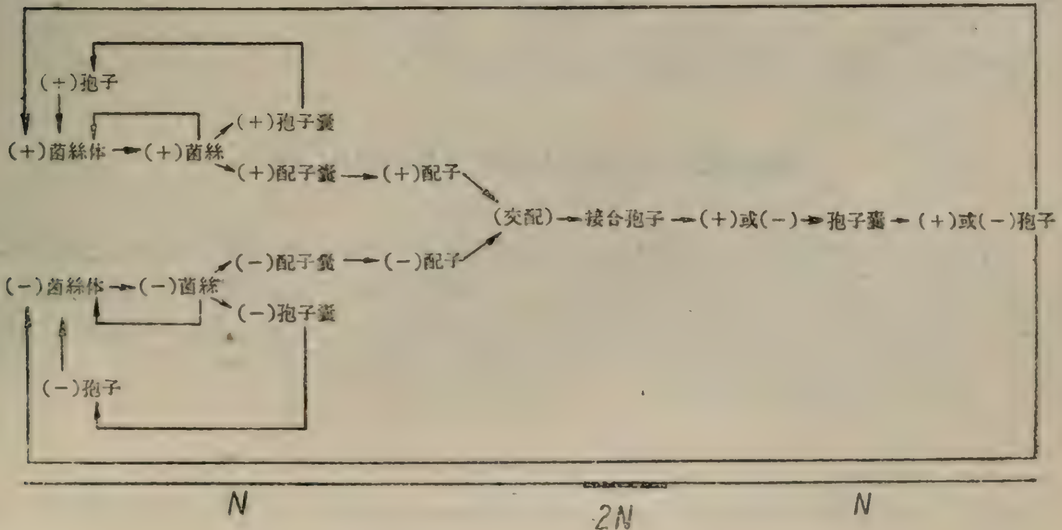


图92. 黑根霉的有性繁殖：A—B. 原配子囊；C. 成熟的配子囊；D—E. 幼嫩及老的接合子；F. 接合子萌发。(貼Smith)

萌发　接合孢子在萌发以前，細胞核先行减数分裂。萌发之时，接合孢子的外壁破裂，內壁向外膨凸成一根原菌絲体。按无性孢子囊的同样步驟，发生1个頂端孢子囊(图92. F)。其中所产生的孢子，都是同性而沒有异性的。

生长环境　此菌可以說到处都有，通常寄生在各种食物或果汁上。

黑根霉生活史图表



水玉霉(*Pilobolus*)

构造 水玉霉寄生在食草动物的粪便上，它的孢子非經过动物的营养管道不能萌发。这种菌的构造簡单，通体仅仅是1个孢子囊与孢子囊梗，并少許菌絲而已。

繁殖方法 (1)无性繁殖 孢子囊 此菌最特別而有趣味的就是它的孢子囊。孢子囊梗直立，不分枝，頂端膨大成一个球形的囊，这就是孢子囊。囊內有孢子及囊軸。发育的情况与步驟，同黑根霉相类似。孢子囊上半部的外壁很厚呈黑色，下半部薄而色淡。孢子囊以下的菌絲收縮成頸狀，頸以下是孢子囊梗。梗的前端在孢子囊頸下的部分特別膨大成一大球，其下漸漸收縮，变成管状的菌絲。孢子囊梗最下面的末端发生一横断壁，与普通菌絲分断。孢子成熟时，頸部的壁破裂，孢子囊忽然收縮，使其細胞质液向外噴出，就将全孢子囊与孢子射出几十厘米之外，因此，笔者把它叫做射孢菌，就是这个理由(图93. *A*)。 (2)有性繁殖 此菌的有性繁殖与其他

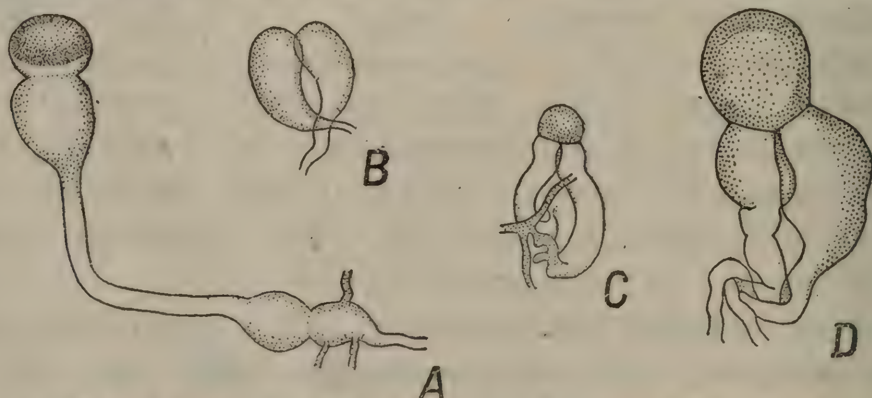


图93. 水玉霉：*A*. 写生图； 表示孢子囊及囊下膨大的部分与子囊杆；*B*—*D*. 配子囊的接合与接合子的形成。
(自 Fitzpatrick 临 Zopf 1888)

黑根霉目的菌类大致相似。由两根直立而膨大的菌絲，上端相通連，接合孢子卽由此組成(图93. *B*—*D*)。

生长环境 此菌通常产生于馬粪上，我国各地多有发現。

虫霉目(ENTOMOPHTHORALES)

本目特征 菌絲体的发育不如黑根霉那样繁盛，通常分隔，少数种类具綫体分枝的菌絲，多数的菌絲常由隔的所在分离，成为独立的細胞，这样組成的細胞叫做虫菌体。这些細胞能自行分裂或发芽来繁殖。細胞中通常含有細胞核多枚。无性繁殖器官为分生孢子及"菌絲孢子"(卽虫菌体)。有性繁殖的器官則为接合孢子。单性生殖在这目里也有遇見。

虫霉属(*Entomophthora*)

构造 虫霉可以致多数昆虫的死命，也有为害其他动、植物的。分生孢子所发育的芽管穿过

昆虫的皮而侵入体内，分化为无数不規則的节段，每1个节段可以萌发分裂。成为綫体的菌絲体，則有横断壁，而且分枝很多幷自相穿織。

繁殖方法　(1)无性繁殖　厚垣孢子及虫菌体　当寄主将要死亡的时候，菌絲体自行分断，成为薄壁的虫菌体。如果环境不利，就成厚垣孢子。厚垣孢子及虫菌体萌发的时候，都可以向寄主体外发育1根長形的分生孢子梗，梗也有的分节，每节含1对細胞核。梗的頂端生1个单細胞核的分生孢子。成熟时可彈出2—3厘米远。梗也可継續分枝，每1枝头又可生1个分生孢子(图94. *A—D*)。

(2)有性繁殖　两个虫菌体相遇的时候，也可以发生有性繁殖。在美洲虫霉(*E. americana*)是2个虫菌体在相接近处交合。而由此向側旁发生1芽細胞，正(+)負(−)細胞核都迁移到芽細胞里。此新发育的細胞卽为接合孢子細胞。但細胞核的交配还沒有确实知道，大概在萌发时进行(图94. *E—H*)。

生长环境　此菌寄生于昆虫。

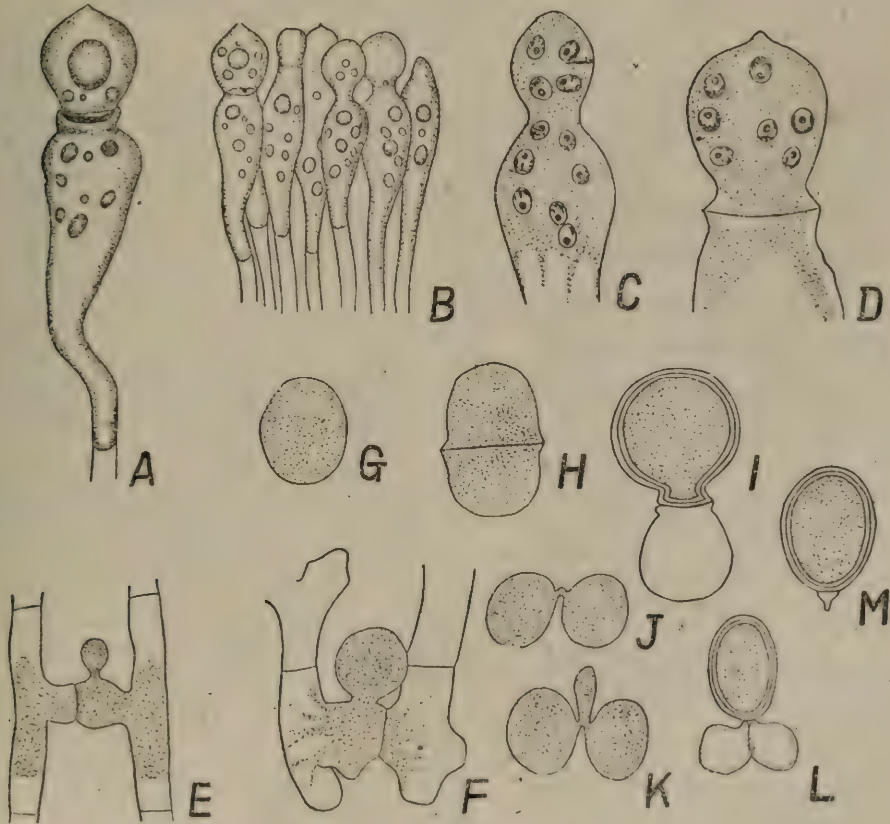


图94. 虫霉: *A*. 分生孢子; *B*. 一群分生孢子; *C—D*. 分生孢子的形成; *E—F*. 交配; *G—I*. 虫菌体发育成接合子; *J—M*. 另种虫霉的虫菌体接合成接合子。(*A—B*. 自 Fitzpatrick, *G—L*. 自 Gaümann 等临 Thaxter 1888, *C—D*. *E—F*. 临 Olive 1906)

藻菌亚綱提要

(1)藻菌分类系統如何，意見分歧，(a)有的以藻菌为主，再分为古生菌、卵菌、接合菌等类(張等 1957)，(b)也有的主張将古生菌另置一群[Fuller 1924]，(c)又有的将壶菌的一部分如根肿菌目(Plasmodiophorales)归入粘菌[Mc Dougall 1925]，(d)更有的把卵菌与接合菌的名称去掉，而专以目为主，(e)本編仍以藻菌为主而內分各类，然后分目。 (2)植物体最簡单的，与粘菌相似，为裸露的原質团。比較进化的，成单細胞。高等的，卽发育成为多核无隔的菌絲。 (3)繁殖时，下等种类全植物体分化成1个孢子囊，其余种类都在无性时发生孢子囊，有性时发生配子囊。雌、雄配子囊有同形及异形之别。同形的多半是接合交配的种类。异形的則为卵式的雌配子。交配时，发生接合管。 (4)下等种类水生的居多，高等的陆生。无論水生或陆生的种类，都可分为寄生与腐生两种。 (5)陆生种类的分生孢子，为游动孢子囊特化而成，由此更可証实陆生种类导源于水生种类。 (6)在本亚綱內，多半为高等植物的病原菌类，对于經济方面有很大关系。

第六章　子囊菌亚綱(ASCOMYCETES)

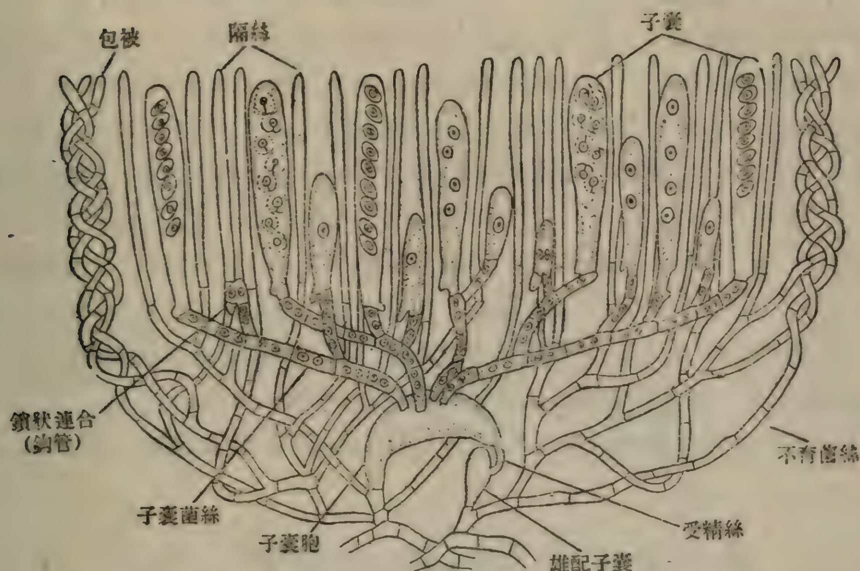


图 95. 子囊果形成的拟想略图，表示囊子菌絲发育为子囊的各个步驟、不育菌絲与子囊果的关系等。(临 Smith，改作)

本亚綱特征　子囊菌的命名是因为它的孢子与孢子囊很特别的緣故。这种孢子囊叫做子囊，双倍細胞核的減数分裂在其中进行，囊内所生的孢子叫做子囊孢子。子囊孢子的数目一概是 8 枚，很少有 2，4 及多枚的。菌絲通常发达，分隔，分枝，每 1 枚細胞含 1 或多枚細胞核。繁殖方法分为有性与无性 2 种。无性繁殖时发育虫菌体、芽、或其他无性孢子与分生孢子，而分生孢子通常产生于特殊的器官上。有时下等种类的繁殖与高等种类的略有不同。下等的与接合菌相似，发生同形或异形的交配枝。高等的发生絕对异形的雌、雄配子囊。雌配子囊叫做产囊体，通常发育 1 管，叫做受精絲。这与紅藻等相似。

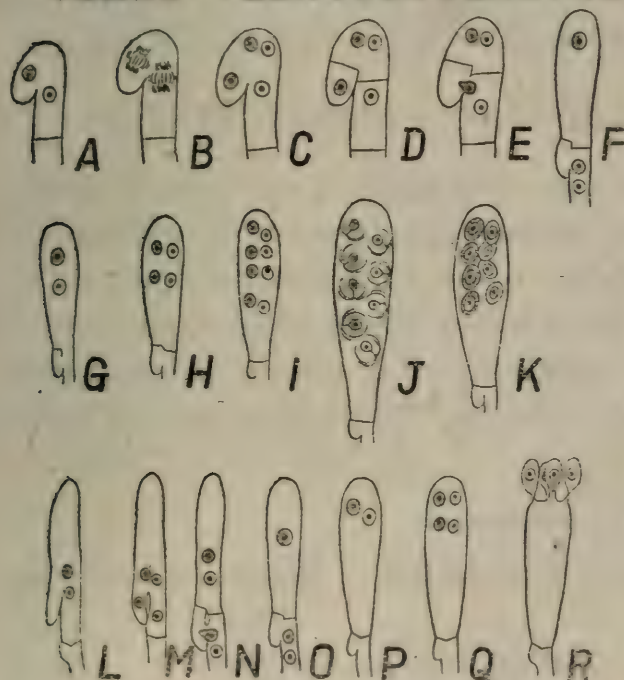


图 96. 子囊和担子发育比較抽象图：*A—F*.鈎管的发育和鎖状連合的形成，另产囊絲及双带性細胞核的形成；*G—K*.細胞核的分裂与子囊孢子的形成；*J*.子囊射管；*L—R*.担子鎖状連合及担孢子的形成；*L—N*.鈎管与双带性核的关系；*O—R*.担子与担孢子的形成。注意核加密点的和沒有点的，表示不同的性别。

产囊絲的形成　雌、雄配子交接后，細胞核并不立即交配成为接合子，而由产孢体发育特殊的菌絲。此种菌絲分节，每节含有(＋)与(－)的細胞核各 1 枚。具有这种現象的菌絲，叫做双核菌

絲，这种現象叫做双帯核阶段。子囊菌的子囊由这种菌絲发育而成的，因此又名产囊絲（图 95）。子囊发育的时候，先由产囊絲 1 节中的（+）与（−）細胞核各自分裂，于是成为 4 核，若以性别来說，則 2 个核是（+）性，其余的 2 个是（−）性的。此后，菌絲发生横断壁，将 1 节分为 3 节。末节与前节各含核 1 枚，中节含（+）及（−）的核各 1 枚。此时，菌絲的前节向末节弯曲生長，全体成 1 鈎管，菌絲由鈎管相連合，叫做鎖状連合。（图 96. A—K），这个含有（+）、（−）核各 1 枚的中节，发育为子囊，前节与末节相接触，接触之处溶化相通，前节中的核迁移到末节里，由此又可継續不断地发育鈎管并分化为子囊。

子囊果的形成　当产囊体及雄配子囊发育以后，圍繞于外周的营养菌絲，自行穿織成为薄壁組織的包被。而夾生在子囊中間的，分化为隔絲。隔絲与子囊分化成 1 层排列，叫做子实层。如此形成的器官，就是子囊果（图 95.）。子囊果通常球形。其不开口而通体成圓球状的，叫做闭囊壳。有口的，叫做子囊壳。开大口而全体成盘状或碗状的，叫做子囊盘。

子囊菌的分类有的是以子囊果的形状为依据的。现在以內部形态为主，分为半子囊菌及眞子囊菌 2 类。

半子囊菌类（HEMIASCOMYCETES）

本类特征　属于这类的子囊菌，都是和菌接近而比較下等或退化的种类。有性繁殖时为异性个体相交接而直接形成子囊，并不发育产囊絲且不組成子囊果。本类菌类分为 2 目。分述如下：

酵母目（ENDOMYCETALES＝SACCHAROMYCETALES）

本目特征　菌絲体为发育良好的菌絲，分节，每节含細胞核 1 或多枚，也有在普通环境之下仅成单細胞的。繁殖方法，有性、无性都有。无性时菌絲断裂成无性孢子，或由細胞发芽分裂另成单独个体。有性时成多核配子囊相交接而发育 1 个多孢子的囊。或配子囊当交接之时退化为单核的，而接合后发育具有特征的子囊。此外，也有 2 个体相遇发生交配管而雌雄配子交配于其中，且由此发育为子囊的。本目子囊孢子之数都是 8 枚或較少。雄配子囊与产囊体并无区别。本目分为浆霉（Ascoideaceae）、內孢霉（Endomycetaceae）及酵母（Saccharomycetaceae）3 科。现在以最普通的酵母为例。

酵母属（*Saccharomyces*）

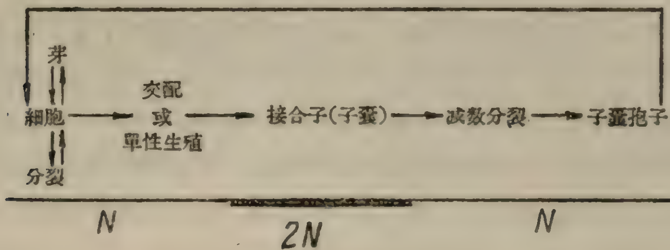
酵母又称釀母，有发酵的特性。因此，工业及医葯上都利用它。我国釀造甜米酒时所用的曲，含酵母菌很多。

构造　酵母是单細胞的植物，但在特殊环境下也可延长成为菌絲。細胞圓形、長圓或卵圓形。內含細胞核及液泡各 1 枚。

繁殖方法　（1）无性繁殖　通常为发芽或細胞自行分断、对裂。因此，菌类学者把前者叫做接合酵母（*Zygosaccharomyces*），把后者叫做裂殖酵母（*Schizosaccharomyces*）（图 97. A—X）。

图 97. 酵母菌: *A—K*. 裂殖酵母: *A*. 营养細胞; *B*. 細胞分裂; *C—E*. 接合交配; *F—H*. 細胞核分裂; *I*. 子囊孢子; *J—K*. 单性繁殖; *L*. 发芽; *M—N*. 子囊孢子; *O*. 营养細胞; *P*. 子囊孢子萌发; *Q—S*. 子囊孢子萌发后的接合; *T*. 接合后細胞分裂; *U—X*. 接合酵母: *V—W*. 接合的步驟; *X*. 子囊孢子。(*A—N*. 临 Smith, *O—X*. 临 Guilliermond 1905, *U—X*. 临 Barker 1901)

酵母菌生活史图表



(2)有性繁殖　2枚細胞相遇,彼此相对发生交配管。2管先相接触然后通連。两枚細胞的細胞核都迁移到管的中部以进行交配,同时管也膨大成1枚細胞,是为子囊。双倍的細胞核行減数分裂后,发育成子囊孢子,其数为4枚,也有8枚的(图97. *B—I*, *P—S*, *U—X*)。2核的交配有的是在細胞内而不在管中进行。有的是在发芽时母細胞核与其子細胞核进行交配。此外,还有2枚細胞接触后,它們的核并不交配,而各自行单性生殖,发育为子囊孢子(图97. *J—K*)。

生长环境　酵母除天然野生的之外,我国各地用糯米釀造甜酒时所使用的酒曲、江西各地的水酒酒曲、北方发面时的面肥等都含有多量的酵母。医药中的食母生也是酵母所造成。

外子囊目(TAPHRINALES)

本目特征　本目約含有百种,分为2,3科,而以外子囊科(Taphrinaceae)最为重要,本科各菌都寄生于蕨类或种子植物。常使寄主的叶片发生卷縮等病症。菌絲分节,每节含2核,是双核阶段。菌絲体一年生或多年生。菌絲細胞膨大成为厚垣孢子,由此立即萌发成为子囊,也有必須越冬以后才萌发的。生活史方面最为特殊的就是:細胞核交配后,必須迁移到另1枚通連的細胞中才进行減数分裂而分化为子囊孢子。且此通連的2枚細胞,待細胞核迁移以后,通常发生1横断壁来隔絕。在本目各种之中,以桃縮叶菌属对于果树有巨大的关系,因此,尤为人們所重視。茲叙述如下:

桃縮叶菌(*Taphrina deformans*)

病征　桃縮叶病是桃树最严重的病症,世界各国多有分布。桃的叶片、嫩条、花朵、果实都可受病。而受害最严重和最易被人們注意的,要算叶片。幼叶被菌絲侵入之后,不但色澤由濃綠变成为灰敗,而且形状方面也由平展变为扭卷弯曲(图98. *A*)。严重时,整个树木的叶子完全变为紅色,綠色全退,叶片特别肥厚,由柔軟而成軟骨質状。叶片上面发生棕褐粉末,就是菌的孢子。此后,叶色漸呈黃褐,而終至枯萎脫落。受病的幼条,綠色退淡而且变黃,局部畸形肥大。条端頂芽虽可継續生长为强健的枝条,但受病部分最后肥肿失常,且时常流泌胶液。受病的花朵和幼果概行早落,因此病征易被忽略。果实受病时,常局部畸形肥大、歪扭失形,且受病之处顏色特别鮮明并光滑无毛。

影响　(1)桃叶受病脫落,另行发生新叶,以致营养亏損,影响树体的健康。　(2)因常年树叶早落,树体因之死亡。　(3)花芽減少。　(4)因疾病的关系,生长时期特别延长,而幼嫩的枝干易为霜雪所侵害。　(5)花朵、果实的脫落与減少,对于产量有直接关系。

生活史　桃縮叶病是桃縮叶菌所造成。此菌是半子囊菌类的1属,为专性寄生菌。菌絲分节,每节是1枚細胞,内含2核,是双核阶段的。生长穿織于叶片或叶柄薄壁組織中的菌絲,外形不甚規則,且大小很不一致。生长于枝条髓部及皮层中的菌絲,比較一致,通常是长筒形的細胞,其生长与枝条的表皮成平行。无論菌絲生长在何种器官中,它們的侵潜都以細胞間隙为限,从无伸入到内部的。且不发生特殊吸器。　繁殖菌絲　繁殖之先,菌絲密集生长于叶片表皮之上,穿織成为假薄壁組織状的細胞,成为产囊絲,或称为厚垣孢子。(图98. *B*)。萌发时,厚垣孢子的内

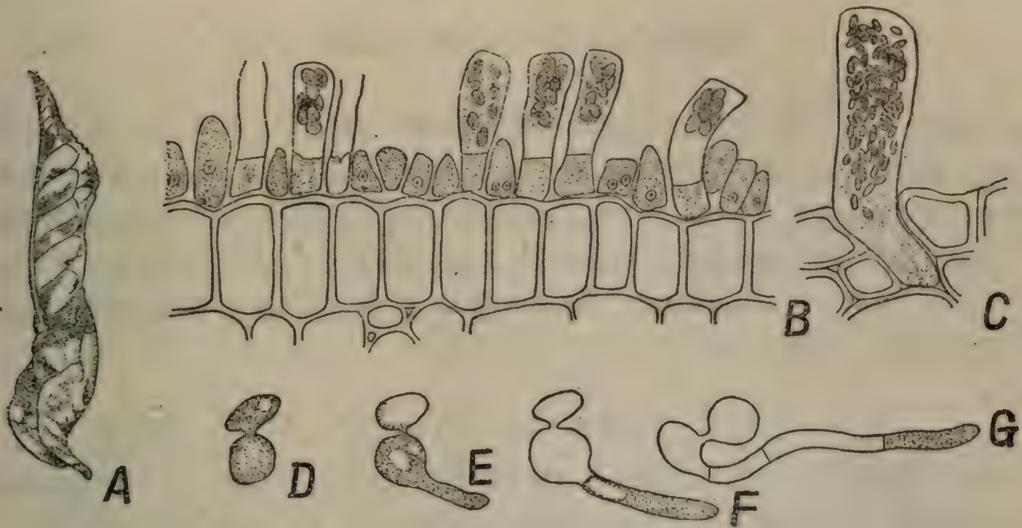


图 98. 桃縮叶菌: *A*. 病桃叶写意图; *B*. 厚垣孢子、子囊、子囊孢子的发育; *C*. 小型分生孢子; *D—G*. 分生孢子的接合与双带性菌絲的发育。(*A*. 病叶写生图, *B—C*. 临 Smith, *D—G*. 临 Wieben)

壁向上膨脹,将外壁脹破。內壁由破裂处凸出，向上延長，成为 1 管。(+)及(-)細胞核最初接合于厚垣孢子內,当內壁延长成管时,这个双倍体的細胞核随之上移。而管与厚垣孢子之間发生 1 横断壁,壁的下方是原来的厚垣孢子，叫做原子囊。其上則为子囊。子囊長筒形，减数分裂进行于內。經过分裂 3 次后，成为 8 枚子囊孢子。若为(+)、(-)异宗的，則子囊孢子的半数是(+)性,另外一半是(-)性。　孢子分裂　桃縮叶菌的子囊孢子有分裂成小型分生孢子的特性。子囊孢子成熟时卽行分裂多次,成为小型的孢子。或待子囊破裂、子囊孢子出外以后，才开始分裂,分裂的情况与酵母菌的发芽相似(图 98. *C*)。

双核菌絲的形成　双核菌絲的形成，可分异宗与同宗 2 种。如异宗的由(+)与(-)小型分生孢子发育的交配管相接合。这 1 枚孢子內的原生质体迁移到另 1 枚孢子內,便成为双核孢子。由此萌发的菌絲都是双核的 (图 98. *D—G*)。如果是同宗的种类，則孢子萌发的單核原菌絲經細胞分裂,成为双核的。其核永远成对分裂,便成为双带性的菌絲。孢子萌发之前,已粘附于寄主的幼叶及嫩条上。菌絲由气孔侵入內部。菌絲分布枝条中的,可以越冬不死,次春繼續为患。

生长环境　此菌的分布甚为广泛,全世界各国几乎都有,我国各地也很普遍。

眞子囊菌类(EUASCOMYCETES)

本类特征　眞子囊菌类与半子囊菌类的不同之点，为雌、雄配子囊交接后先行发育产囊絲，然后由此分化成为子囊。2 配子的接合与减数分裂都在子囊內进行。通常产生子囊的子实体与产囊絲同时发育。而子实体的形态与构造都認为是分类的特征。眞子囊菌类科目甚多。現在选擇比較重要的目叙述如下:

曲霉目(ASPERGILLALES)

本目特征 曲霉目与白粉菌目的繁殖方法很相类似,但曲霉目的子囊满布于子囊果中,而白粉菌目的子囊则聚集成1丛。曲霉子囊果成熟时,子囊孢子散生于果中,而白粉菌则不然,每1条产囊絲的末端生長子囊1个或連成1串。无性繁殖时,产生分生孢子。分子孢子发育的方法与白粉菌相似。此目菌类象曲霉类及黑根霉等仅靠分生孢子繁殖,子囊果不很发育。关于雌、雄配子的交配等,很不明了。現在所知的,是雄配子囊与产囊体相接触后未經交配卽行枯萎,但产囊体仍发育产囊絲,其細胞核也进行交配并产生子囊孢子。

曲霉属(*Aspergillus*)

曲霉与青霉为菌类中最常見的,世界各地都有。曲霉多半生長于皮革、棉毛、衣服及植物标本上,也有能侵害高等植物的。其中也有少数种类有工业上的用途,如米曲霉(*Aspergillus oryzae*),在日本为制酒及造酱油时发酵之用,在美国則取其酵素制造助消化的葯,但在爪哇制造酱油所用的則是另一种的文特曲霉(*Aspergillus wentii*)。

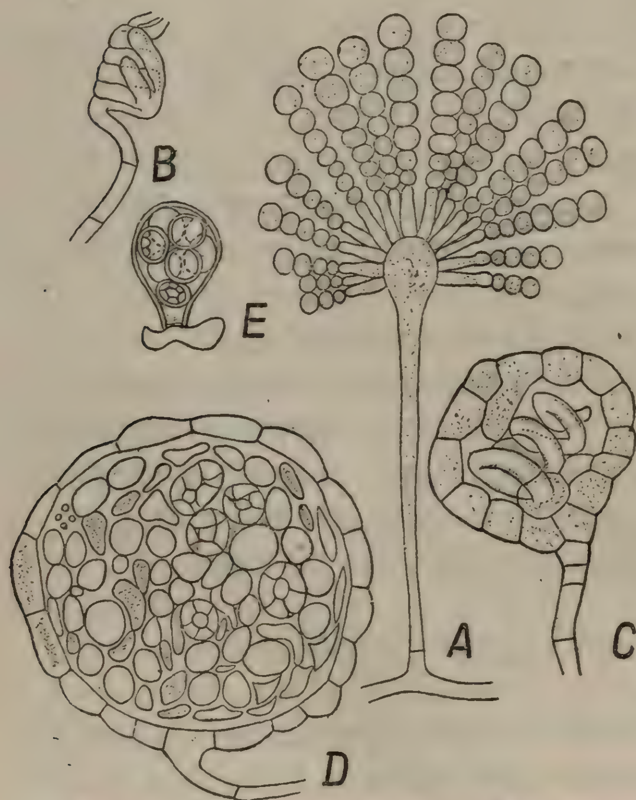


图99. 曲霉: *A*. 分生孢子杆及孢子; *B—D*. 子囊果的发育; *E*. 成熟的子囊。(臨 Kny 及 De Bary)

构造 菌絲分枝、分节,每节含几枚細胞核。

繁殖方法 (1)无性繁殖 菌絲发育直立的子实枝,枝头膨大成为圓球,是为分生孢子梗。由圓球向各方長出短枝,短枝自前而后发生横断壁,分断成为串連的小細胞,每1枚細胞內含有几个核,膨脹成1个分生孢子,(图99. *A*),分生孢子萌发又可发育成菌絲体。(2)有性繁殖 产囊体初时并不膨大,而仍为綫条状的菌絲。其后自行扭轉生長成为螺旋状,并分裂为几枚多核的細胞,此时邻近菌絲的枝头发生雄配子囊,与螺旋状的产囊体接触,但不交配卽自行枯萎。不久,产囊体中部的細胞分裂为双核細胞,由此長出分枝的产囊絲,細胞核的交配在这里进行。經过减数分裂后,長成子囊及子囊孢子。同时产囊体基部以下的細胞,发生菌絲,向上包圍穿織成为

子囊果(图 99. *B*—*E*)。

生长环境 孢子飞散于空气中,到处都有。

青霉属(*Penicillium*)

构造 青霉的构造、繁殖等(图 100. *C*—*I*),与曲菌几乎完全相似,所不同的,仅仅是分生孢子梗的式样而已。青霉分生孢子梗的构造不成球形而是扁平体,它最下的是总梗在同一平面上,向上分为 2 枝,这两枝又仍在同一平面上再各分为几个小枝,如此向上再分,最后的每 1 个小枝上,生长 1 串分生孢子,所以全体很象 1 把扫帚(图 100. *A*—*B*)。

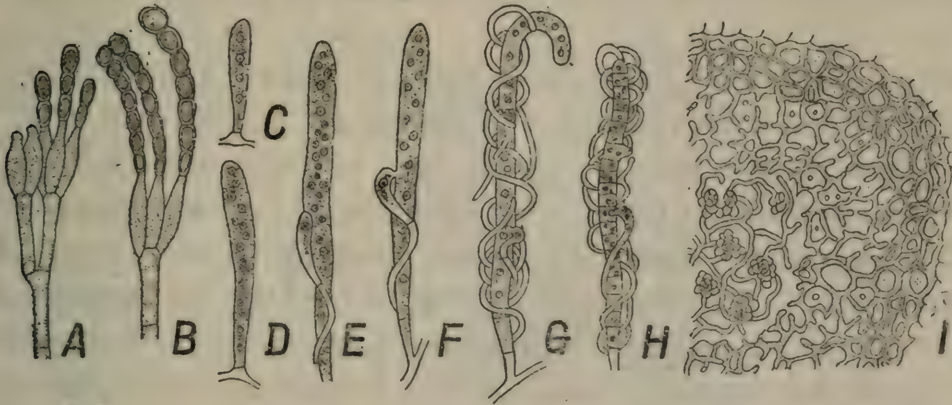


图 100. 青霉: *A*—*B*. 分生孢子及梗; *C*—*D*. 幼产囊体; *E*—*F*. 产囊体旁发生雄配子囊; *G*—*H*. 产囊体被包繞及发生横断分裂; *I*. 子囊果的一角,表示厚壁的菌絲薄壁組織及中部的疏松菌絲与子囊。(*A*—*B*. 临 Smith *C*—*H*. 临 Dangeard, *I*. 临 Wettstein)

生长环境 橘皮腐烂时,所生的青霉就是此菌,近些年来市上的杀菌消炎药剂、青霉素"盘尼西林",即由青霉(*Penicillium notatum*)分泌的酵素提炼而成。

白粉菌目(ERYSIPHALES)

本目特征 属于此目的菌类多数营寄生,少有腐生。菌絲体通常生长于寄主的表面,有的不穿破表皮或仅生吸器进入寄主的細胞。少数的菌絲生于寄主的細胞間隙,但是它的子实体也生于寄主的体外(图 101. *A*)。又极少数的种类,子囊果虽最初生于角質层或表皮层之下,但此蔽盖的組織日久破裂而終久暴露于外。菌絲分节,每細胞 1 核。无性繁殖方法仅見于少数种类,分生孢子連接成串,而頂端的 1 枚是最先所分化的。有性繁殖时,发生互相纏繞的雄配子囊及产囊体。由此发育产囊絲以产生子囊。营养菌絲自繁殖器官基部发生,圍繞繁殖器官穿織成球,便成为子囊果。这 1 目的子囊果通常是无口的圓球,即閉囊壳,壳的内周有假薄壁組織包圍和保护着。外周有各种特殊形式的附属絲。

白粉菌属(*Erysiphe*)

病征　白粉菌种类甚多,专門寄生于被子植物上,具有一定的寄主,卽某1种白粉菌仅能寄生于某一种寄主,而决不能寄生于其他寄主,凡营寄生而具此种特性的,都可以叫做“专性寄生菌”。白粉病对于寄主,多半为害不大,通常使寄主发育不良,或叶数减少而已。但严重时也能使叶片枯落,以致抽穗而不結实。历史所載1877年美国加州,及1885年瑞典,都因壳类受此菌类的侵害而成灾患。

构造　菌絲分节,每节含1枚細胞核。具有吸器的,吸器穿进細胞之內。吸器与菌絲相連之处膨大成长圓球。圓球的两端发生几条管状菌絲,但也有不发生菌絲而成卵形的(图101. *D*—*F*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　在叶面匍匐分布的菌絲,发育成直立的菌絲。継而此直立的菌絲,自行横分为上、下2节,每节含1枚細胞核。上节行細胞核分裂,成为2核,分居上、下,2核之間,又发生1横断壁使成两枚細胞。每1枚細胞膨大成1个分生孢子。在此2孢子之下,未成孢子的部分,也依同样步驟分裂成为孢子。当頂端2孢子形成之时,其下部的細胞也分裂成为上、下2枚,又在2核之間发生1横断壁。成为两枚細胞,由此継續膨大成为孢子。并追随分生不已,最多的可得孢子20枚。最下面的細胞,是分生孢子梗。分子孢子脫落以后,遇雨露卽可萌芽(图101. *F*—*G*, *H*—*M*)。　(2)有性繁殖　子囊果发生于夏日(图101. *A*, *B*)。产囊体較普通細胞略为粗大而带卵形。雄配子囊細而带弯曲形。它們常从邻近的菌絲所发生,而互相纏繞,且各含1枚細胞核,并有横断壁以断絕它們与营养菌絲的通連。雄配子細胞核分裂时,細胞也随之而分裂,成为前后两枚,前者居上,后者成囊柄細胞。产囊体通常并不分节,但也有例外。雄配子囊与产囊体的上端相接触。細胞壁于接触之处自行溶化,便彼此通連。雄配子細胞核迁进产囊体,但也有不进产囊体而自行退化的。交配　关于白粉菌交配問题,学者爭論不絕。哈博認为行2次交配,邓仰認为只行1次交配[Gaümann 等,1925]。今分述如下,以供学者参考。哈博研究的結果,发現雄配子进入产囊体,卽与雌配子核交配,成为双倍的細胞核。但邓仰等則認为雄配子自行萎縮,其核并未进內与雌配子交配。此时产囊体基部的营养細胞向上发育菌絲,将产囊細胞包圍,且自相穿織成为球状体,并逐漸膨大成为閉囊壳,而閉囊壳的壁逐漸加厚。长成之閉囊壳壁构造通常分为3层,最內的是薄壁細胞,貯藏很多养料,是飼养細胞。其外两层有叫做“皮层”,“皮层”細胞多角形,日久变硬。雌配子細胞核分裂迅速,同时,产囊体延长成为1枚多核长形的細胞,随卽发生横隔壁,将这枚長形細胞分为5—7枚一串相連的細胞。除最后第2枚細胞含2个細胞核之外,其余都含1核。在这1枚細胞內的2个核又行交配(依哈博則为第2次交配),其接合子乃是四倍体,以后行2次减数分裂。(若依邓仰則第1次的交配成为双倍体,以后仅行1次减数分裂)。由此含有接合核的細胞向旁側生长成产囊絲。接合的細胞核在內行减数分裂,結果分成8枚細胞核。每1个核分化成为1个子囊孢子,也有因为細胞核先行退化而不成8枚的。子囊孢子透明,球形而略長,子囊卵圓形。也有接合的細胞核在交配之前先行普通分裂,同时产囊体也分裂为短形产囊絲的。每条产囊絲中,含有1对双核的細胞核。結果成5—8枚子囊,或20—

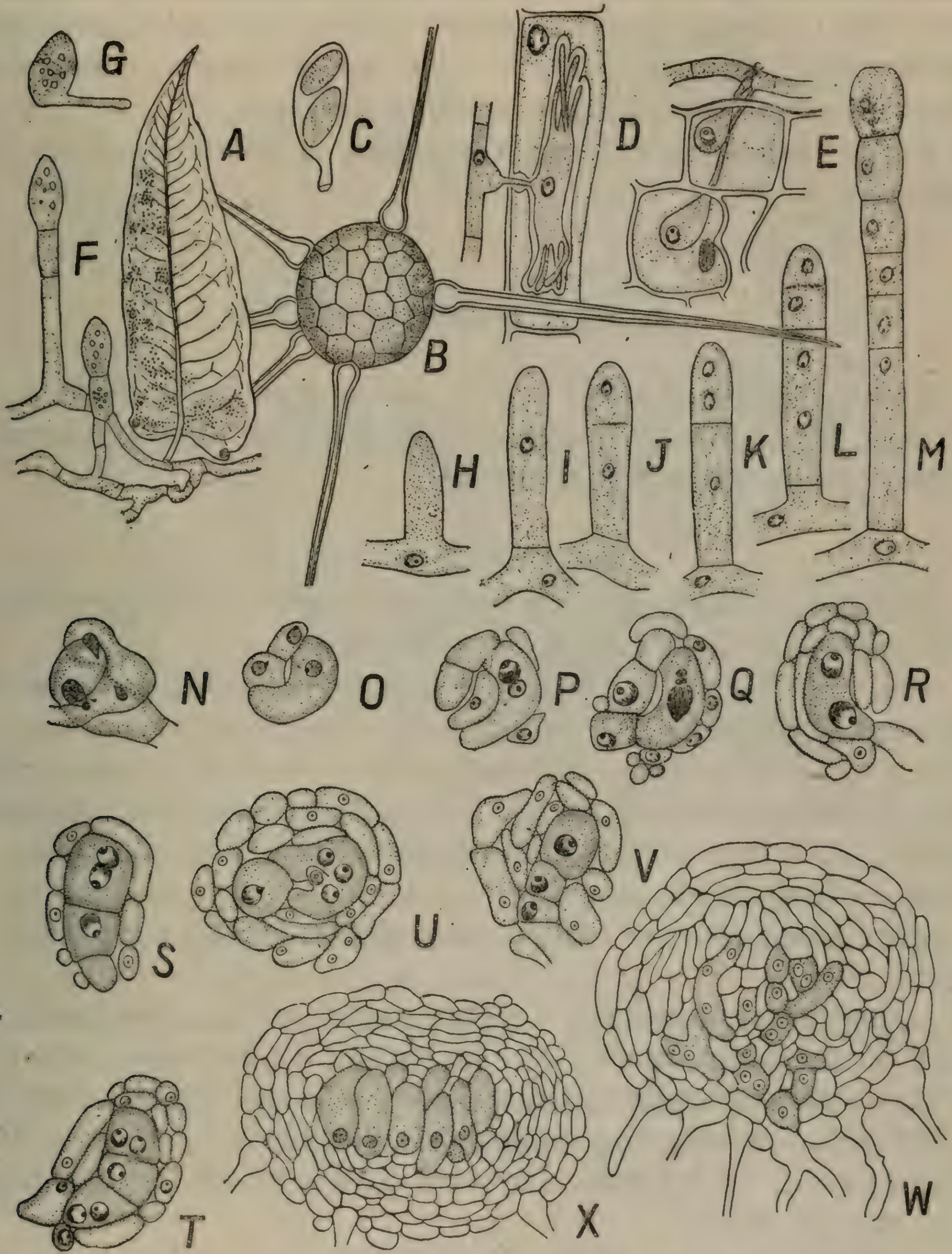


图 101. 白粉菌：*A—B. Phyllactinia corylea*；*A.* 榛树叶受病的情况；*B.* 子囊果与附属絲；*C.* 子囊；*D. Erysiphe graminis* 的吸器；*E. Uncinula salicis* 的吸器；*F—G. Phyllactinia corylea* 的分生孢子发育次序；*H—M. Sphaerotheca* 分生孢子的形成；*N—X. P. corylea* 的有性繁殖；*N.* 卷曲的交配枝；*O.* 雄配子細胞核分化成柄及雄配子細胞；*P—Q.* 雌、雄核交配；*R.* 初期产囊絲的发生；*S—T.* 初期产囊絲的双核細胞；*U—V.* 从双核細胞发生次期菌絲；*W—X.* 幼子囊果，有点的細胞即是产囊絲；*X.* 子囊已經形成。(*A—B.* 臨实物，1950 年秋天采自北京师大，*C. F—G.* 臨 Ellis 及 Everhart 1892，*D—E.* 臨 Smith 1900，*H—M.* 臨 Foëx 1913，*N—X.* 臨 Harper 1905)

30 枚。子囊長大时，閉囊壳內壁的飼养細胞逐漸消失，只剩外壁 2 层。从外壁外部的細胞发育为具有特征的附属絲。(图 101. $B-C$, $N-X$)。 萌发 萌发之时，子囊吸收水分及养料而膨脹，閉囊壳受膨脹而破裂。同时，子囊也自行破裂，并将孢子彈射于四方。

生長环境 此菌的分布非常广泛，在国內南北各省都有，北京的臭椿、南京的榆树及八角楓等都常患寄生。

肉座菌目(HYPOCREALES)

本目特征 此目曾属于核菌亚綱(Pyrenomycetes)，其子囊壳壁通常柔軟而色澤鮮淡，多半是白、黃、紅、淺褐、或紫羅兰等色。也偶有硬壁而呈深色的，子囊壳位于菌絲体之上或下陷其內。本目菌类有些寄生及侵害壳类及昆虫而有經济价値。

麦角(*Claviceps purpurea*)

麦角是麦类和野草的重要病菌之一，因它可以入葯，并且对于人畜有害，所以更被重視。西葯中的 Ergotin，是产科重要葯品之一，卽从麦角中提取出来的。

病征 在麦角長出之前，病症不很显著。麦角外部紫黑色而內部白色，較寄主的果实長大(图 102. A)。其長度因寄主而不同，在草上的長約 3 毫米，生燕麦上的約 3 厘米，1 穗之上可以生長 1 到多个。初时長圓，直或弯，平滑或有縱裂的凹縫，質坚硬象角、骨一样。受病的麦在尙未发生麦角时，常于穎苞間分泌甜汁，名为"蜜露"。此菌可以使寄主受影响而发生各种反应，現在敘述如后：(1)不生麦粒而生麦角，(2)刺激邻近的花或吸收其养料使寄主只能抽穗而不結实，(3)穗变小。由此 3 項可使产量減少，品質降低。

构造 麦角的构造，可分为 3 个时期：(1)无性繁殖时期，(2)休眠时期，(3)有性繁殖时期。分述如下：

(1)无性繁殖时期 麦角的子囊孢子，当麦花开放的时候，达到子房上，卽萌发菌絲，子房旣受侵害，不久組織毀坏而全部被菌絲所侵占。菌絲組成 1 团。在內部的排列疏松，周圍的排列致密，最外的 1 层細胞，作栅栏組織状排列的，就是分生孢子梗，梗上生長单核卵圓形而透明的分生孢子(图 102. E)。分生孢子的体型很小，混和于甜汁之中，借昆虫的媒介而傳到新寄主。这种孢子可以越冬而不死，次年可継續为害。此无性时期以往曾名为 *Sphacelia segetum*，認为它与麦角菌不同，而是另 1 种菌类。

(2)休眠时期 当分生孢子产生完毕之时，菌絲发育又活跃起来，自行組成 1 个長形的硬皮菌絲球名为核体。核体周圍是菌絲所穿織而成的密絲組織，它的中心則生滿長形的細胞，核体干时坚硬如石，名为麦角(图 102. A)。

(3)有性繁殖时期 春雨时坚硬的核体受了湿潤而开始萌发，硬皮裂破并向外发育专生長子囊壳的子座。子座分圓球状的生产部分及細長柄状的不育部分(图 102. B)；在球状部分的周圍

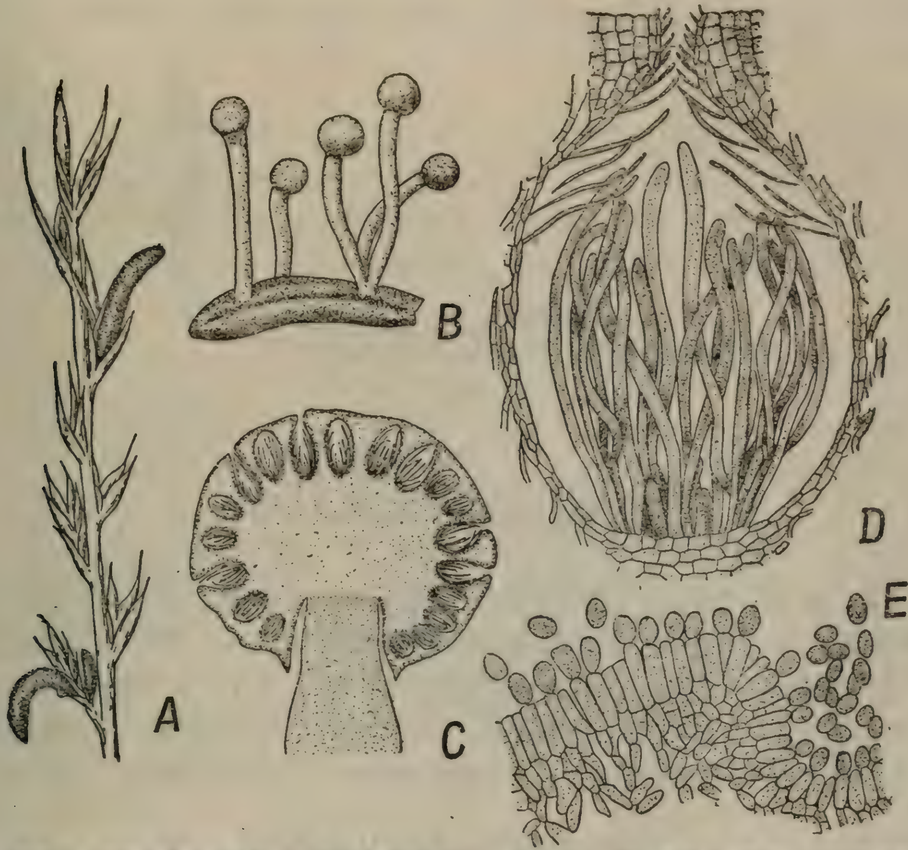


图 102. 麦角: *A*. 麦角及寄主写意图; *B*. 核体萌发成子座; *C*. 子座放大, 表示周围的子囊壳; *D*. 子囊壳放大, 表示內部长条状的子囊; *E*. 分生孢子。(临 Smith)

寄生排列整齐的子囊壳(图 102. *C*—*D*), 在子囊壳中从同一菌絲的侧枝尖端上发育产囊体及雄配子囊, 二者交接, 雄配子核由产囊体的小管中进內。关于交配一点, 尙无明确报告。产囊体发育产囊絲, 产囊絲的发育与鈎管等等都很标准, 由此分化成子囊(图 102. *D*)及子囊孢子。子囊孢子細长成針形, 每 8 枚平行排列于 1 个子囊之內, 成熟孢子可射出子囊壳之外 20—80 毫米, 被风吹到麦花上。

生长环境 麦角除寄生黑麦、燕麦之外, 又可侵害大麦、小麦以及其他禾本科植物。且又能制药, 所以很关重要。欧、美 2 洲都有生产, 我国产麦地区也有发現, 但旧时代的农民常有誤認是丰收的象征。

冬虫夏草属(*Cordyceps*)

构造 此菌是生长于昆虫的肉座菌类, 菌絲生长在昆虫体內而子实体生出于外。高等的种类, 子实体也分不育及能育 2 部分(图 103.), 在能育部分发育子囊壳, 此属菌类也是专性寄生的。它的子座的式样各有不同, 此菌与寄主的关系, 现在还知道得不詳細, 大概須待昆虫或其幼虫死后才行腐生。我国列为补品的冬虫夏草(*Cordyceps sinensis*)卽其中的 1 种(图 103)。

生长环境 此菌以昆虫等的內部为寄主。我国的冬虫夏草在云南西部及四川出产很多，具有經济价值。



图 103. 冬虫夏草。(实物写生)

球壳目(SPHAERIALES)

本目特征 球壳目也曾隶属于核菌亚綱(Pyrenomycetes)而与肉座菌目(Hypocreales)相邻接，但也有将此2目并作1目的。它不同于肉座菌目是子囊壳的色澤，通常作皮革或深暗色而壁坚硬，生产孢子的菌絲自相穿織成为特殊的子实体，名为子座。子座在无性繁殖时期可以发育分生孢子。有性时则发育子囊壳，产生子囊孢子。球壳目菌类的孢子常通是8枚，很少的是4枚。子囊壳下陷，不陷和全陷于子座組織之中。有隔絲或沒有。孢子分室或不分。

苹果黑星菌(*Venturia inaequelis*)

病征 此菌专生于苹果上，而以苹果为它的絕对寄主。苹果的叶片、果实以及嫩枝都可受侵害。叶片受侵害时，初現侵害的斑点，継而疮处加厚，老疮痕的表面变为光滑且呈棕色，叶片卷縮終至脱落。果实被害时，初最表皮隆起成圓块的疮疤，疤部变棕黄色。継而角质层破裂，疮疤变为淡黑色，且呈絨毛状。花朵的萼片、花瓣、花柄及幼果都可被它侵害。受害到了严重的程度，可使花果早落。幼枝受侵害时，所发生的疮疤，与果实上所发生的相仿佛。

构造 此病菌的生活史可分无性与有性2个时期。无性时期又名半知时期。有性时期又名子囊壳时期(1894年德人艾特霍 Aderhold，1901年美人克林登 Clinton 先后研究，方知有、无两性属于同一菌类)。

无性时期 在此时期寄生于活物。侵害苹果的叶、枝与果实，最先由子囊孢子发生的菌絲鉆破角质层侵入寄主，以后在角质层与表皮之間生长发育，成为薄壁組織状的細胞，叫做密絲組織。

无性繁殖 当密絲組織发育的时候，寄主的角质层已被頂破，由此向上发育为分生孢子梗，梗很短，分1—2节，起初直立，老則变为弯垂，梗黑綠色。上生1枚橢圓或卵形的分生孢子。孢子通常1室，少有分隔成2室的，分生孢子借风力飞散。如果达到新寄主，則又可发生菌絲，継續为害。在无性时期的菌絲、分生孢子及分生孢子梗，都是单核的(图 104. *A*)。

有性时期 无性时期病菌所侵害的叶片，在10月初旬卽行脱落，但其时无病的仍留在枝上。

此时在疮疤中部的菌絲开始死亡,但在周圍的反而活潑,且継續生长发育。并自行穿織成为密絲組織。到了 11 月的时候,叶内的組織多半变化及敗坏,菌絲向死組織各方侵长,所以有性时期的菌絲实在是腐生的。

有性繁殖　产囊体的发育:在枯叶死組織中,生长茂盛的菌絲是营养菌絲。而不很茂盛的是繁殖菌絲。子囊壳是繁殖菌絲所分化。子囊壳发育开始之时,菌絲的尖端向下弯曲,而向其本身的下部纏繞,成为螺旋状的結,不久自相穿織成 1 密絲組織,且壁部加厚成为日后子囊壳的包被(图 104. *B*)。内部的菌絲卽被纏繞于中部的菌絲,由简形膨大,变为各边相等的細胞,且是多核

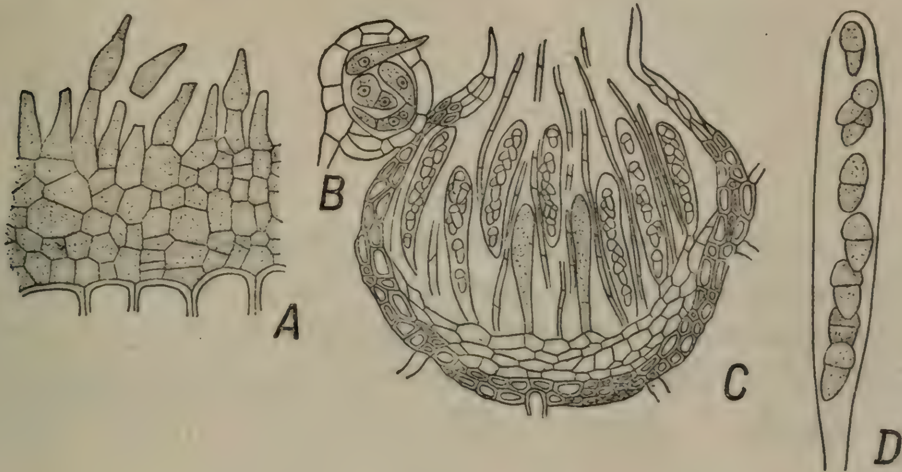
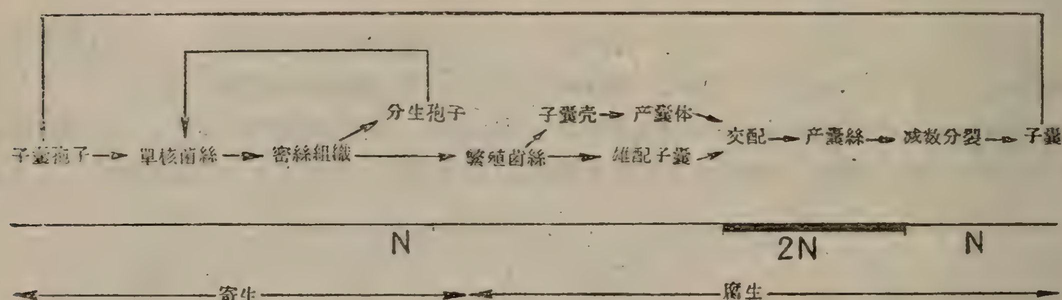


图 104. 苹果黑星菌; *A*.分生孢子及密絲組織; *B*.产囊体; *C*.子囊壳; *D*.子囊及子囊孢子。
(*A*—*C*.临 Simth, *D*.忆想图)

的。其中的 1 枚特别延长并分裂,成为 1 串含有 2 或 4 个細胞核的細胞。此等細胞卽日后的产囊体是从它們分化而来的。产囊体周圍的細胞中有 1 枚特别延长出外,成为受精絲。　雄配子囊的发育　雄配子囊发生于产囊体邻近的菌絲,其上部特别寬大,且分歧成三叉形的枝条。多數的細胞核分裂,每 2 枚自行排列成对偶,以迁移于分叉的枝条内。　交配　交配之先受精絲迅速向雄配子囊生长,且相接触。最后雄配子囊的叉枝象手指握物一样将受精絲包圍。此时,雄配子細胞核受刺激而更加分裂,且体积加大。当受精絲与雄配子囊紧接后,細胞壁上发生 1 孔。雄配子核經过受精絲之后,雄配子囊与受精絲及受精絲的細胞核自行退化,且与受精絲的基部发生 1 横隔壁,以阻断产囊体与外界的交通。此后,产囊体内发生横断壁,分成多节,每节成 1 枚細胞,其中多有含核 2 枚的。萌发时由此种細胞发生分枝,分节的产囊絲。同时,子囊壳壁的細胞也进行分裂,分成 3—4 层,最内的向内发生隔絲。成熟时产囊絲分化为子囊(图 104. *C*),每 1 个子囊内有 1 枚双倍性的細胞核,經减数分裂后成为 8 枚。每枚成为 1 个子囊孢子。此菌的子囊孢子有 1 横隔,将孢子分为上、下 2 室:上室大,下室小(图 104. *D*)。子囊細長,伸出子囊壳口之外。子囊孢子被泄于外,借风力而达于寄主。

苹果黑星菌生活史图表



鹿角菌属(*Xylaria*)

构造 子实体形状奇突，坚硬如木，直立于寄主之外，分叉或不分。无性繁殖时，除黑色的頂部外，全体的外周滿生白色的分生孢子，形状如同洋烛，所以又叫做蜡烛菌。子囊壳接近子座四周而生，它們的位置适成直角，子囊壳的发育通常在分生孢子产生之后。

生长环境 此菌寄生于树木上，在云南白蟻巢中不产生鸡㙡則通常产生此菌。究竟它們的关系怎样，还不很清楚。

盘菌目(PEZIZALES)

本目特征 属于盘菌目的菌类，通常腐生，繁殖方法有性与无性都有。无性繁殖时，发生分生孢子，分生孢子发育于分枝或不分枝的分生孢子梗上，也有由菌絲各节膨大成为1串圓球的。另有菌絲自相网織成1球状体，球的周圍成密絲組織，并变成硬壳，壳的內部为疏松的繁殖菌絲。此种菌絲球叫做菌核。有性繁殖时发生产囊体、受精絲、雄配子囊、产囊絲、子囊及子囊孢子等。子囊的排列多半有規則，成为子实层而生长于1个特殊的子囊果內。盘菌目的子囊果，上开大口，下有柄，形状如碗。此种碗状的子囊果叫做子囊盘，以区別于全体球形的閉囊壳与瓶状或盂状的子囊壳。

盘菌属(*Peziza*)

构造 菌絲分节，是双核菌絲。子囊盘成盘状或碗状，直徑2—4厘米。盘有短柄，通常埋于泥土中。子囊孢子通常排列成单行(图105. *A*, *B*)

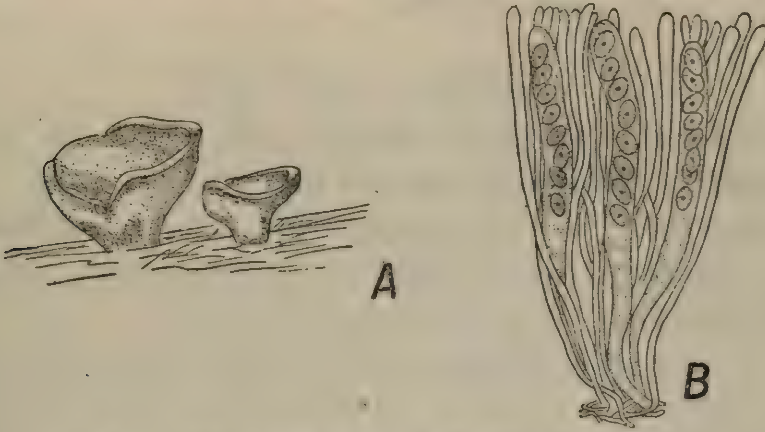


图 105. 盘菌：*A*. 外形写意图；*B*. 子囊及隔絲。(临 Coulter)

羊肚菌目(HELVELLALES)

本目特征　羊肚菌目又称馬鞍菌目，此目菌类有置在盘菌目中的，其子囊盘有長大的柄。柄的上端，有生長孢子的部分，叫做菌盖。羊肚菌目植物的菌盖，形状以奇特为特征。菌絲的外周是子实层。在子实层內，子囊成平行的排列。

羊肚菌属(*Morchella*)

构造　子囊盘的柄通常高 1 寸多，基部直徑約近 1 寸，上部略細。菌伞高約 2 寸，菌伞外周有凹下的部分及隆起的条紋，它的形状很象翻轉的石榴皮或羊肚，所以叫做羊肚菌。菌柄灰白色，成熟的孢子为黑色，所以菌体上黑而下白(图 106)。

生长环境　羊肚菌(*Morchella esculenta*)可供食用，产地甚广。据笔者所知，此菌盛产于西南地区象云南等省，但江西、河北及其他各地，也偶有发現。



图 106. 羊肚菌。(实物写生)

小虫囊目(LABOULBENIALES)

本目特征　此目菌类都以昆虫为寄主，而多数寄生于甲壳虫的皮上，很象皮上生长的毛或刺一样，对于寄主似乎沒有什么妨害。菌絲通常不很发达，并不穿进寄主体內。但寄生于軟体昆虫的，菌絲体的下部細胞可发生假根状的吸器，穿进寄主体內。此目菌类的构造通常可分上、下 2 部分，下部生长于昆虫皮中的是基部，基部細胞往往呈黑色。另 1 部分则在基部之上而露出寄主

的皮外，繁殖器官生于上部。产囊体都有受精絲。

柱头菌(*Stigmatomyces baeri*)

构造　此菌构造簡单，全体分为吸收与繁殖2部分。吸收部分成单細胞，生长于昆虫皮层內，上部分为营养及繁殖的細胞。营养繁殖細胞初时与吸收細胞排列成1直綫，最后分为2枝。1枝专生雄配子囊，就是雄配子囊枝。另1枝則是子囊壳枝，全枝成为一枚子囊壳(图107. *K*)。

繁殖方法　(1)无性繁殖　此菌沒有无性繁殖。　(2)有性繁殖　雄配子囊的发育　雄配子囊枝各細胞都进行同样地斜裂，每1枚細胞分为上、下2細胞(图107. *A*—*C*)。每1枚在上的以后又横分为上、下2枝，最上的卽是雄配子囊。雄配子囊上部細小而下部寬大，形状很象長頸瓶。当成熟的时候，在瓶的頸部发生1孔，囊內含1枚細胞核。雄配子发育时，原生質継續分裂，成为小型的单核构造，由雄配子囊的小孔逐一泄出于外。此小型的原生質体可以叫做**性孢子**(有的人把它叫做**不动精子**)(图107. *H*—*K*)。

产囊体的发育　此菌的孢子，分为2节，每节是一枚細胞(图107. *A*)。当孢子粘着于昆虫体內时，其下部的細胞横裂成两枚細胞，在这个时期全体共有3枚細胞(图107. *B*)。后来，这小型黑色而居于尖端的，生長进入寄主皮內，成为吸收細胞。另1枚較大而居于3枚細胞中央的，横分为2(图107. *C*)。不久，二者之一居于下位的又横裂为2，此新成的上、下2枚細胞在上方的

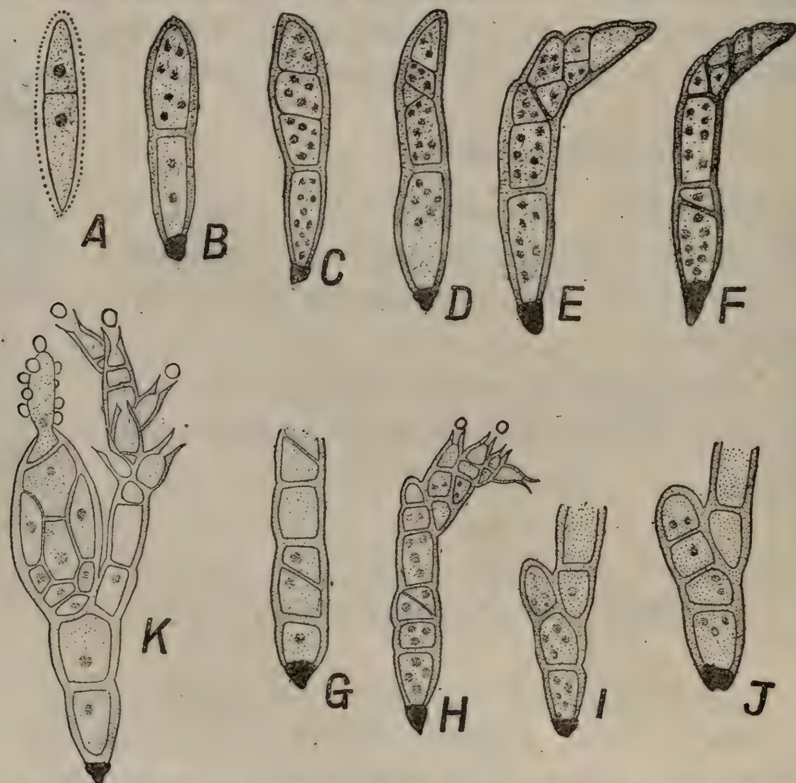


图107. 柱头菌：*A*—*K*. 由孢子萌发，到交配时期的各步驟。*A*. 孢子；*B*—*J*. 发育中的各步驟；*K*. 成熟时期，表示产囊体及受精絲(左)，雄配子枝(右)。(自 Smith 临 Thaxter 1896)

即子囊壳原始細胞(图 107. E)。全子囊壳由此发育而成(图 107. F, G, H)。此原始細胞由菌体的旁側斜出生長,不久复行横断分裂又成上、下 2 枚細胞(图 107. G)。居上方的是产囊体原始細胞,下方的是子囊壳包被的原始細胞。产囊体原始細胞分裂成 4 枚細胞,排成 1 串,最上的 1 枚是受精絲。同时,子囊壳的包被原始細胞分裂成为子囊壳的包被构造,最后成为多层构造,包圍和保护于外。 交配 性孢子达到受精絲上并且和受精絲粘附。雌、雄配子进行交配。交配后,短而粗壮的产囊絲由产囊体的基部生出。每 1 产囊絲細胞发育子囊数枚。子囊孢子長針形而粗壮,內部横分为两細胞,外周有胶质层。胶质在孢子的一端特别厚,这样对于粘附昆虫时更为便利。

生长环境 此菌都寄生于昆虫的皮上,不但专性寄生,而且寄生的部分都有一定。

子囊菌亚綱提要

(1)子囊菌亚綱是菌类中最大的 1 綱,种类繁多,确数多少很难一定,有的說 32,000 余种,有的說 25,000—35,000 种。 (2)菌絲体除酵母以外,子囊菌都有发育良好的菌絲。菌絲通常分为細胞,細胞有单核、双核及多核之别。菌絲可以分化为菌絲段体或称粉孢子,或为厚垣孢子,有的穿織組成菌核或子座,此外有的穿入树枝的組織中潜伏越过严冬的。 (3)无性繁殖时发生分生孢子、厚垣孢子或其他无性孢子。 (4)有性繁殖时发生雌、雄配子囊,雌配子囊概称产囊体。雄配子囊与产囊体同形,异形,或不成配子囊而为双核阶段的。又有产囊体上发生受精絲而雄配子成为特殊的构造象紅藻一样,雌、雄配子交配或不交配而行单性生殖。接合子直接成为子囊,或必須經过产囊絲或产囊絲細胞然后发育成子囊。子囊孢子概由双倍体細胞核行减数分裂以后分化而成。产囊絲发育子囊之时有先成鈎管而后产生子囊的。每 1 枚子囊內所含的孢子通常是 8 枚,也有的是 4 枚或者竟有的多至 1,000 余枚的。子囊有裸露与包裹之别,包裹的菌絲穿織成为特殊的子囊果。子囊果无口而球状的叫做閉囊壳,球体开小孔的叫做子囊壳,开口很大而全体成盘状或碗状的,叫做子囊盘。 (5)关于繁殖方面,有的具有性及无性两种,或只具有性 1 种的。只具有无性而未見有性的,概归入半知菌亚綱(Fungi imperfecti)。 (6)子囊菌与藻类可以共生,成为地衣。 (7)子囊菌亚綱菌类很多是高等植物病原菌类,值得我們注意。

第七章　担子菌亚綱(BASIDIOMYCETES)

本亚綱特征　担子菌是菌类中最高等的，約有 20,000—25,000 种，分布世界各地。其中有供食用視为珍奇的，有专門侵害农林植物发生严重病害的。子实体通常显著，具特殊的构造与形式，易受注意。担子菌因产生担子而得名。担子就是有性繁殖时所发生的孢子囊。由双核的細胞分化而成，細胞核的交配及減数分裂多半在担子之中进行。担子通常筒形，1 室，产生 4 枚担孢子。双核的細胞核在担子細胞中接合成双倍体，随卽进行减数分裂，成为 4 枚单倍的核。担子細胞向上膨突延长成几根短小的管，每 1 个細胞核迁移到 1 根小管中，也有的是仅生 2 根管而每 1 根管中迁入 2 个核；或者有的是 2 个核永久留于担子細胞中，其余的 2 个核各迁入 1 根管中。管的下端漸漸收縮，最后将管口封閉，便成为孢子。原来的孢子囊称为担子，其上所生的孢子叫做担孢子(图 96. *L—R*, 图 108. *A—K*)。每 1 枚担子虽通常生长 4 枚担孢子，然而偶有較多或較少的。担子通常无节，也有发生縱裂或横断隔壁的。担孢子生于担子的頂上。发生横隔壁时，担子分成多节，每节之旁生 1 枚孢子。因为担孢子生于孢子囊之外，因此有人把它叫做外生孢子，来区别子囊菌生于囊內的內生孢子。

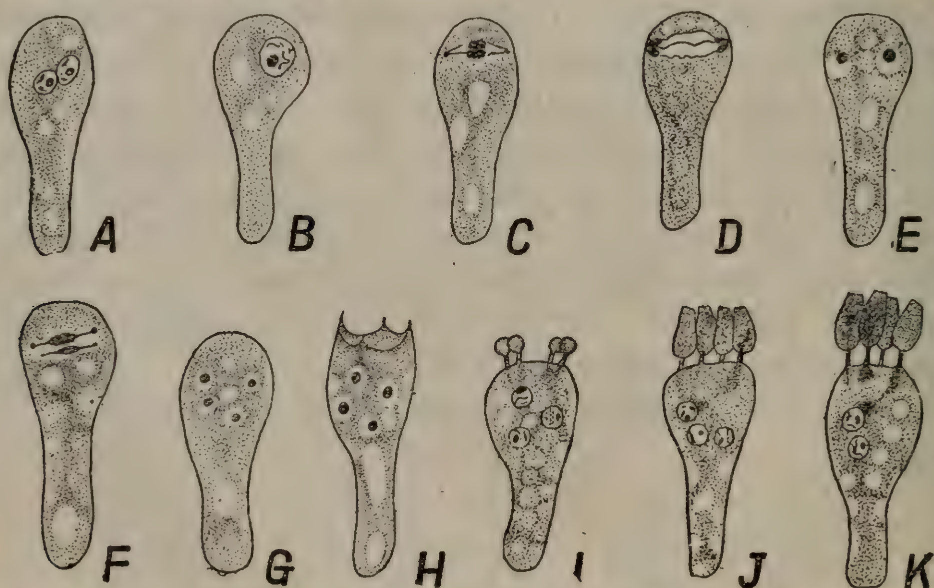


图 108. 鬼伞属(*Coprinus*)担孢子的形成：*A*. 双带性的担子含有不同性别的核；*B*. 2*N* 核；*C—D*. 分裂；*E*. 2 子核；*F*. 再裂；*G*. 四子核；*H*. 孢子柄的发生；*I—K*. 孢子的形成与核的迁入担孢子中。(临周宗璜博士論文 1934)

但笔者以为子囊孢子与担孢子最大的区别，在于孢子壁来源的不同。担孢子的孢壁卽担子原来的壁，而子囊孢子的孢壁則是另行发生的。二者絕不能混作一談。故与其以孢子囊之內外为子囊菌与担子菌的区别，不若以細胞壁的来源如何分类，似乎更为明确。

担孢子的散布，至为巧妙。同一担子上所生长的 4 枚担孢子，在数秒到数分鈡內，逐一放射，

极有次序。如果4枚孢子各生于东南西北的一方，先由东方的孢子向东北射出。其次是北方的孢子，向西南方射出。再次是南方的向北射出。最后西方的向东射出(图109. *A*—*E*)。孢子射出以前，孢子小柄分泌1小滴露珠，在5—20秒鈡之間，珠点已充分膨大，孢子便向外射落。孢子射程可达其体积的10—20倍。孢子1室，很少的两室。有色或无色透明。謝落后，随卽萌发。下等担子菌类，通常发育分生孢子。分生孢子梗的形状很多。

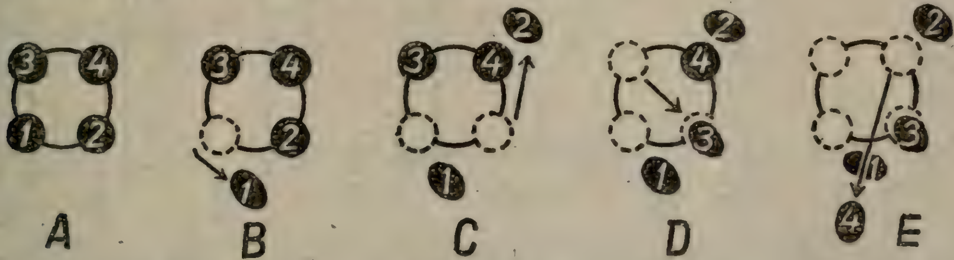


图109. 担孢子散布意想图：*A*. 孢子未落之时；*B*—*E*. 表示射落的孢子，由1枚逐漸增加到3枚；黑点代表孢子，虛綫圈表示孢子已射落的位置，箭头表示射落的方向，数目字表示孢子射落的次序。(仿 Bessey 改作)

菌絲的分类 担子菌通常具3种菌絲体，分别叙述如下：

(1)初期菌絲体 初期菌絲体是担孢子萌芽时直接发育的菌絲体。初期菌絲細而分枝，通常自相纏繞，交互穿織成为不規則的菌絲网。次期菌絲体卽由此发育。当其发育后，初期的漸形消灭。初期菌絲体又分4种不同的形态，分述于后：(一)单核的担孢子萌发为单核分节的菌絲。(二)双核担孢子萌发时，先发育1根芽管，1个核迁入芽管，他核留于孢子之間并发生一横壁，将两核分居于两枚細胞內，如此便成为单核細胞。(三)无論双核或单核的孢子，初时萌发成一条多核的菌絲，然后发生横壁，分隔为单核的細胞。(四)双核孢子发育菌絲后，其核永远相伴成对，分裂时也同时分裂，結果由孢子直到菌絲并不經过单核步驟，而永远是双核的，此种菌絲可以归入次期菌絲中。初期菌絲体是单倍的菌絲体，与子囊菌絲体相等。它的无性孢子好比分生孢子、粉孢子等，都可由此发育。但是从来不发育有性器官，然而也有性別，且有同宗、异宗之分。同宗的由1枚单独的孢子能发育1个完全的生活史。如果是异宗的，则仅能发生无性孢子而已。有时同一种类的性不仅两种，所以可以“支”来代表它。除性(+)(−)之外，尙有同支、异支、同宗、异宗之别。因此，性别在这里极为复杂，很难用雌雄二字来表示。

(2)次期菌絲体 菌絲分节，每1节有2个核而属于两种不同的性别，这就是双核阶段。此种菌絲体的发育也有各种不同的方式，現在簡略叙述如下：(一)由不同性的担孢子所发育的初期单核原菌絲体相接触而发生1鈎管，其中1枚細胞核由鈎管中通过而迁入另一菌絲体內，如此就成为两核同居1节的双核菌絲(图110. *A*)。 (二)也有的在两枚細胞之間发生1管，而两細胞核同时迁进管內，从管上发生双核菌絲。 (三)另有由单核的菌絲結合以产生双核的孢子，由此孢子发育双核菌絲。 (四)除(一)所述的鈎管而外，双核菌絲分裂时，也多有发生鈎管，以細胞核可以从鈎管交换与通过。鈎管的发生通常在菌絲尖端的1节。細胞将行分裂之时，其中部向外凸起成1小管，就是鈎管。鈎管向菌絲的后部弯曲成1个鈎形。同时，2个細胞核各自分裂成为2枚，此时在此节中有子母細胞核共4枚，2枚(+)性，2枚(−)性。其中1枚(+)核迁入鈎管的

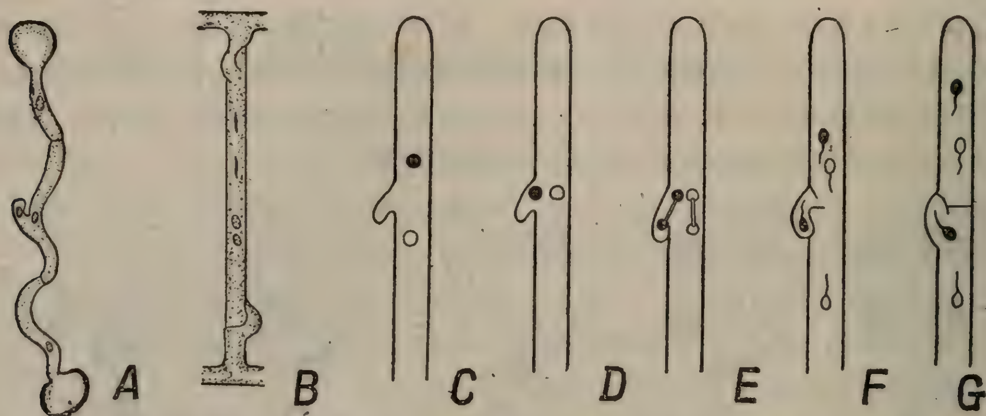


图 110. 两带性菌絲的形成与鎖状連合的发生: *A*. 两条原菌絲連接时发生鈎管; *B*. 次期菌絲交接时发生的鈎管; *C—G*. 同一菌絲所发生的鈎管; (+)及(−)性細胞核用黑点及空白圈分別代表。(*A—B*. 临 Lehfeld 及 Bensaude, *C—G*. 临 Bensaude)

端头, 1 枚(−)核留于較后的部分中。另外 2 枚核是(+)及(−)各 1 枚, 迁居到較前的部分。在鈎管及細胞中各发生一横壁, 将鈎管及細胞各分为 2 节。在鈎管的尖端与細胞的后节各有核 1 枚, 而前节有核 2 枚。不久, 鈎管与后节細胞靠近, 互相通連, 其中的(+)核迁到細胞中而与(−)核在一起。如此, 便成为細胞 2 节, 每节含有 2 枚細胞核而成为双核阶段的菌絲(图 110. *B—G*)。凡是 2 枚細胞由鈎管的連合, 叫做鎖状連合。

(3)三期菌絲体　高等担子菌的特殊子实体, 通常由次期菌絲、少数由初期菌絲所組成。凡組成子实体的菌絲体, 一概称为三期菌絲体。依菌絲体分化的精粗, 可定种类进化的高下。最下等的只成壳状的构造, 都由疏松的菌絲所組成。担子并不成子实层, 而仅成丛束散布于子实体的全面。据柏施 (Bessey 1939) 的意見, 认为大概子实体可由壳状的进化到薄片状的, 而担子分化成层, 生长于子实体的下面。更进化的則子实体的下面可分为褶、孔及齿牙状的构造, 以增加子实体的面积。而具特殊分化的, 在中部有直立的柱状体, 是为菌柄, 上有圓形象伞盖的菌盖(第二編卷首图)。或全体分歧象树枝等等。子实体顏色很多, 有紅、黃、紫、綠、藍、白、棕、橙、灰白、乳白、古銅等等, 品質与体积也各各不同。有肉質、膠質、紙状、木栓状、木質等等。直徑小的仅数毫米, 大的可达几十厘米。存在时間的長短也各不同, 有生長后隨即萎謝的, 也有多年生的。

繁殖方法　担子菌的繁殖方法也分为有性与无性 2 种: (1)有性繁殖　分化明显的有性繁殖器官, 譬如雌、雄配子囊等, 都不見于担子菌类。双核性的(+)及(−)細胞核在担子中交配, 并且立即进行减数分裂。(2)无性繁殖　担子菌有仅見有性繁殖而未見无性的, 也有 2 种都有的。无性繁殖时发生的孢子, 依其形态的不同, 可分为多种。且有同一植物上发生多种不同的孢子的。

在担子菌分类方面意見分歧, 系統繁多, 无所适从。现在暂将全亚綱分为 2 大群类, 每类之中再分为若干目, 是否有当, 尚希讀者指正。

半担子菌类(HEMIBASIDIOMYCETES)

本类特征 本类菌类沒有第三期菌絲体所組成的特殊子实体，担子是由特殊的休眠孢子萌发所形成，而不是菌絲所发育。

黑粉目(USTILAGINALES)

本目特征 属于本目的菌类約有600余种，都是专性寄生菌，寄主的組織被寄生而成为隆起的瘤，瘤內滿生棕黑色的厚垣孢子，或者寄主的子房变为滿貯孢子的所在。

此目菌类是寄生的，但其生活史中的一部分时期則为腐生，黑粉菌的菌絲体通常生于寄主的胞間隙，但也有生于細胞当中的(例如 *U. zeae*)。通常无吸器，但亦有发生的。担子分节或不分，是由休眠孢子直接萌发的。孢子的数目多少无定。

黑粉属(*Ustilago*)

黑粉属是严重为害谷类的菌类，种类很多，现在拿玉蜀黍黑粉菌(*Ustilago zeae*)作为例子。

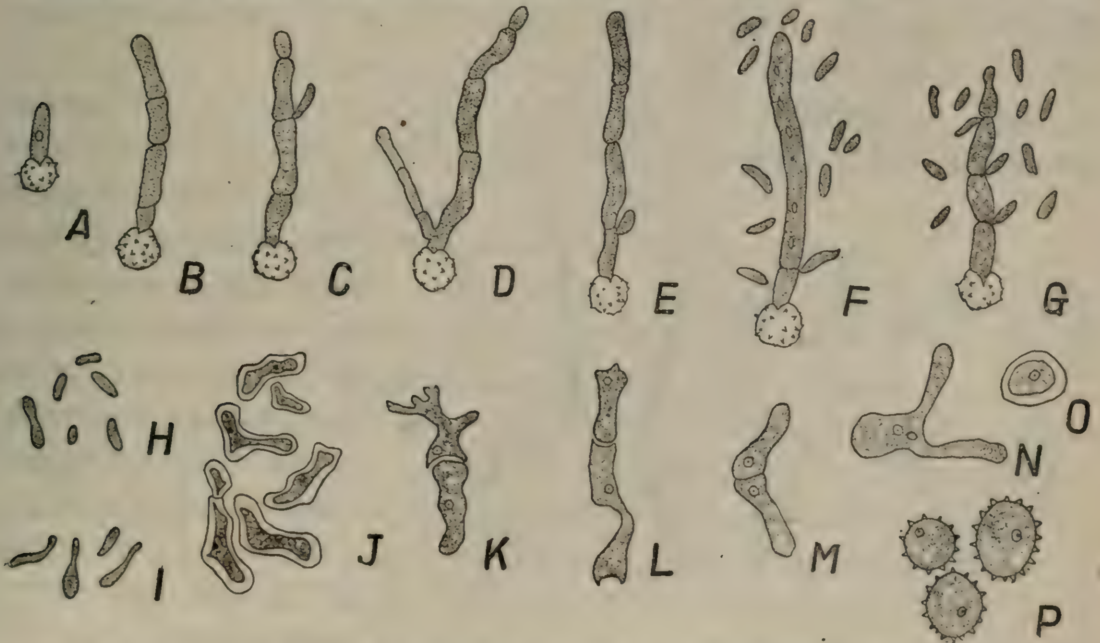


图111. 黑粉菌：*A—E*. 在19小时內孢子萌发的状况；*F—G*. 生长已7天的原菌絲体和它所产生的小型孢子；*H—I*. 小型孢子及其萌发；*J*. 采自玉蜀黍瘤口的单核菌絲；*K—L*. 单核菌絲細胞；*M—N*. 交配；*O*. 嫩孢子；*P*. 老孢子。(*A—I*. 自 Heald 临 Stakman, *J—P*. 自 Gaümann 等临 Rawitscher 1912)

病征　此菌为专性寄生菌，在玉蜀黍的莖、叶、花序上都可以生長。受侵害的部分，嫩时发生灰白色的瘤，久則变棕黑色，瘤老时破裂，棕黑色的粉末随风飞散，这些就是厚垣孢子。病严重时，可使寄主枯死或不产生果实，可使总收获量减少 5—15%。

构造　此菌的构造很簡单，孢子在水中发芽，長出 1 条細長約分 4 节的菌絲，这就是原菌絲体，也称为担子。由此向旁側及上端发生紡錘形的二次孢子（又称小型孢子）。在營养充足的环境下，原菌絲也能分枝，而小型孢子也能象酵母似的发芽，成为二次小型孢子。无論何种小型孢子，都可发育菌絲（图 111. *A—I*），从寄主的气孔或伤口穿入寄主組織內。菌絲在寄主之內逐漸变粗加長且分枝分节，每节含 1 枚細胞核。当菌絲充滿于瘤中之时，菌絲的細胞各各脫节自行分开成为单細胞。每邻接的两枚細胞自相集合，接触的壁不久消失，即成为 1 枚不規則的管筒状的細胞，其內含有 2 枚細胞核，以后細胞外壁漸行胶化，細胞被孢子壁所包圍，待胶質被吸收完的时候，孢子即成为粉末状。孢子圓形或長圓形，棕黑色，外壁生短刺，可立即萌发，繁殖非常迅速，由开始侵害寄主直到成熟，仅需 7—21日（图 111. *J—P*）。

生長环境　世界各地都有，我国各地此病也多。

腥黑粉屬（*Tilletia*）

病征　小麦网腥黑穗菌（*T. tritici*）是麦类严重病症之一。据統計，損失之多可达总收获量 75—80%。病况最显著的，是孢子成熟的时候全穗变成棕黑色的粉末。当孢子未成熟以前，被侵害的籽苗常在子叶及第一幼叶上发現白斑，平直的叶片变成卷曲。籽苗受害的往往容易冻死。受病麦类的穗可能較为瘦長，穎苞变为瘦窄，而花朵的排列較为疏松和不整齐。无病的将成熟时，全穗下垂，而受病的則仍直立。子房加大变綠，小蕊变黃，体积縮小等等。

生活史　此菌的构造与黑粉菌相似，也极簡单，孢子圓形、長圓形或梨形。外壁有条紋状的凸起，构成网状花紋，孢子萌发时双倍体的細胞核进行减数分裂，分成 8 枚单倍的細胞核（图112. *A—B*），随即迁入萌发的原菌絲体內，原菌絲也称担子。原菌絲体的頂端向上发育 8 根細長的菌絲，每 1 个細胞核由下向上迁移进 1 根菌絲內（图 112. *C—H*）。原菌絲中随后发生横断壁成为上、下两节，但节中并无細胞核。含核的細長菌絲（也称为孢子）的中部向外发生 1 横管，以通到邻近的菌絲中部。当横管通連时，它的細胞核跟随而迁入另一菌絲內。此时两根直立菌絲的中部連接 1 枚横菌絲，形状与字母H頗

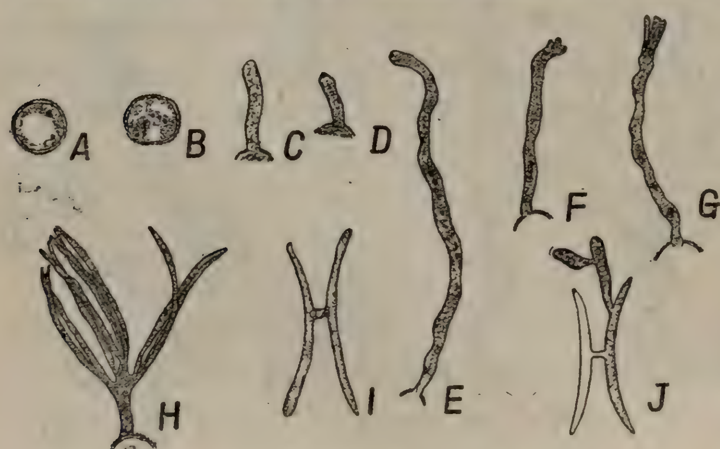


图 112. 腥黑粉菌：*A—B*. 孢子及核分裂；*C—E*. 原菌絲体的发育与核的分裂；*F—H*. 細長菌絲（孢子）的发育；*I*. 横管的发生；*J*. 小型孢子的发育、形成。（*A—I*. 临王宗清博士論文 1934，*J*. 临 Paravicini 1917）

相类似(图 112. *I*), 但在一边的細管中含 2 个細胞核。这 2 个核中的 1 个是(+)性, 另 1 个是(−)性, 此菌絲是双核菌絲。这两个細胞核各自分裂, 并向外发生小型孢子。小型孢子之中, 也含 1(+)或(−)性的細胞核(图 112. *J*)。由小型孢子萌芽发育菌絲侵入寄主的子房。成熟时菌絲自行分断, 成为单細胞的孢子, 孢子起初含有两个核, 不久交配, 成为 1 枚双倍体之細胞核。

生长环境 小麦腥黑穗病非常普遍, 到处都有, 北方称它为黑疸病。

銹菌目(UREDINALES)

本目特征 此目病菌, 除极少数侵害蕨类植物之外, 都寄生在高等植物上, 发生严重病害, 对于經济的影响很大。它的孢子为显著的橙黄色或棕紅色, 类似鉄銹, 所以叫做銹菌。銹菌都是絕对专性寄生菌, 甚至寄生在寄主的那一个变种上也要选擇。此目菌类的重要特征, 可大致分为四项: (1)菌絲含黃色或橘紅色的油点, 通常生長于寄主細胞間隙内, 很少有进入細胞的; (2)同一菌絲体发育多种不同的孢子。标准銹菌的孢子, 有 5 种之多; (3)同一銹菌因时期的不同, 而分别生長于絕对不同的寄主上; (4)在原菌絲体时期是独立生活的。

杆銹菌(*Puccinia graminis*)

病征 杆銹菌的亚种甚多, 今专取其寄生于麦类的小麦杆銹菌(*Puccinia graminis* var. *tritici*)而言。小麦杆銹菌的生活史分为两个阶段, 分别寄生于麦类及小檗科植物。当它侵害麦类的时候, 起初在寄主的叶、茎与叶鞘上, 发生棕黄色的斑点, 日久变黑(图 113. *A*)。病症严重时, 可导致全无收获。寄生于小檗时, 除侵害叶片之外, 也能侵害果实。被害叶片的上面, 起初发现圓形的小黃点, 不久斑点的周緣变为紅紫色, 而中部变为蜜色的濃泡, 由此向外分泌液珠, 叶的下面同时发生杯状疮口。小檗虽被寄生, 但沒有什么大的害处。

生活史 杆銹病菌寄生在小檗(*Berberis vulgaris*)时, 发育 2 种不同的孢子:

(1)性孢子, 从前叫做不动精子。此种孢子形状微小, 所以笔者曾經把它叫做微孢子。性孢子圓形, 長圓形或梨形。含 1 枚細胞核。实在是发育于分节单核菌絲的 1 种分生孢子。此单倍性的菌絲生長于小檗上表皮或角質层之下, 自行組成長頸燒瓶状的腔, 成为性孢子器。器内滿生直立的菌絲, 成为性孢子梗。每杆分断成为 1 串单核小型的性孢子(图 113. *B*—*H*, *P*)。孢子成熟时, 孢子器的口被頂破, 器内分泌香甜的粘汁, 与孢子混合成为珠点。向外涌出器口(图 113. *H*, *P*), 借昆虫的吸食, 孢子得以傳布, 大概可能継續侵害小檗, 发育单倍的菌絲及性孢子器。

(2)銹孢子。如果(+)与(−)性孢子或(+)与(−)担孢子所发育的菌絲相遇时, 都可能发育双核菌絲。又性孢子与异性性孢子器中所伸出的隔絲接触时, 細胞核可以由隔絲的頂端入内, 而达到基部細胞中, 成为双核細胞。因此有称性孢子器的隔絲是受精絲的。凡在小檗上的双核菌絲, 都能自相穿織成为密絲組織。由此构成 1 个燒瓶状的孢子器, 这就是銹孢子器(图 113. *H*, *ae*)。銹孢子器通常生在叶的下面, 器内滿生向外生長的銹孢子梗。每 1 梗上生長 1 串銹孢子。

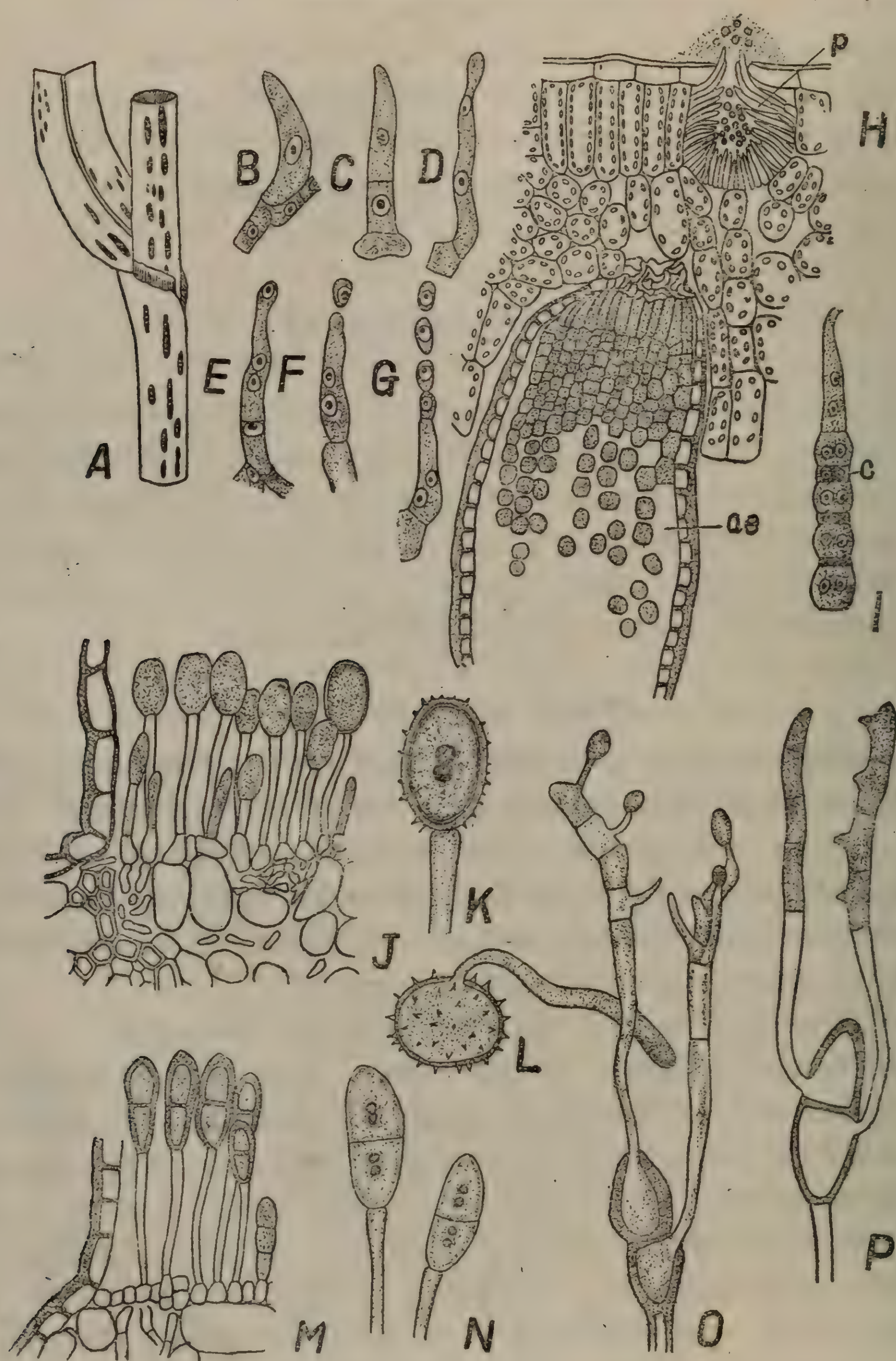


图 113. 杆锈菌：*A*. 麦杆及叶鞘，表示病征(黑斑)；*B*—*G*. 性孢子的形成；*H*. 小蘖叶片横切面，上角 *p* 是性孢子器，下方 *ae* 表示锈孢子器；*I*. 锈孢子；*c*. 颚細胞；*J*. 夏孢子器；*K*. 夏孢子；*L*. 夏孢子器萌发孢子；*M*. 冬孢子器；*N*. 冬孢子；*O*.*P*. 冬孢子的萌发及担孢子的形成。(*A*. 临 Heald，*B*—*G*. 自 Brown 临 Allen，*H*. 临 Smith，*I*. 临切片，*J*.*L*.*M*.*P*. 临 Smith，*K*.*N*. 临 Chamberlain，*O*. 临 Tulasne)

銹孢子含有 2 枚細胞核，是双核阶段的。一串銹孢子中，只有半数发育，因每两枚孢子之中，必有 1 枚退化。而退化的与发育的，每相間隔而生，退化的孢子，有的人把它叫做領細胞的（图 113. *I*）。銹孢子不能再寄生于小蘗上，必須到麦类上才能萌发。

杆銹菌寄生于麦类上則发生下列不同的孢子：

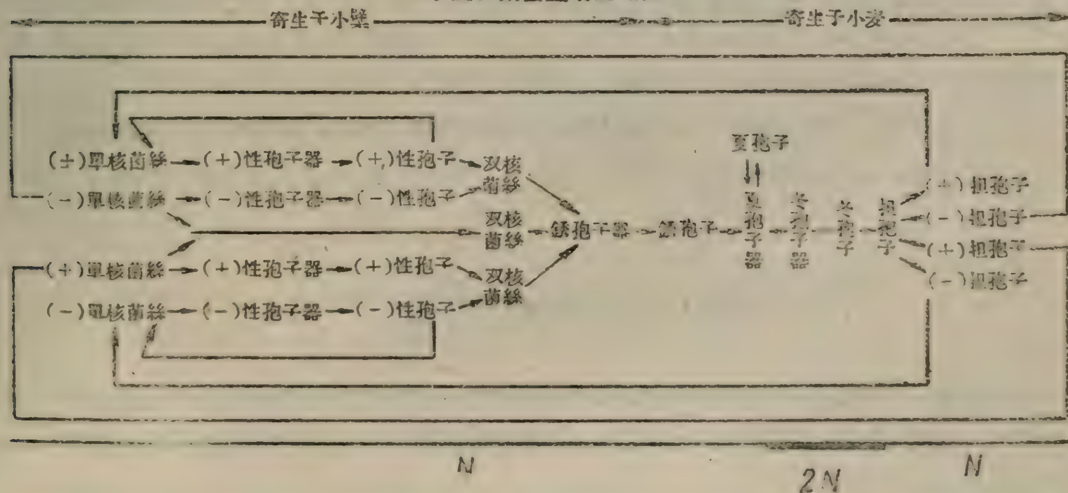
(3) 夏孢子。銹孢子达到麦类之上，立即萌发。萌发之时，由孢子腰部的 2 个芽孔发育 2 条相背生长的芽管。芽管延長及于气孔，并自行膨大成为囊状。由此再发生菌絲，穿入气孔之內。菌絲旣入气孔，又膨大成囊。再由此发育 1 到几枚菌絲吸器。日后各細胞間隙的菌絲都是由这个膨大的菌絲发生的。夏孢子萌发的菌絲，除囊状菌絲是多核的之外，其余的菌絲都分节，每节两核，两核的性別不同。在表皮之下，菌絲自相穿織成为 1 层密絲組織，由此向外生長直立的短枝，每 1 短枝分上、下两节，每节含 1 枚双核的細胞。表皮終因短枝的加長而被頂破，破坏的腔即是夏孢子器。器內初生直立的短枝，短枝上部的細胞膨大成 1 圓球，中含 2 核，这就是夏孢子。短枝下部的細胞延长成 1 細長的柄，成为夏孢子梗。夏孢子內部橙黄色，孢子壁淡棕色，借风力飞散，仍可継續侵害麦类（图 113. *J*—*L*）。

(4) 冬孢子。寄主老时，在夏孢子器中生長冬孢子。每 1 冬孢子分为上、下两节，每节是 1 枚細胞。初时，每节含 2 枚細胞核，成熟时細胞核結合成 1 枚双倍体的核。冬孢子有柄或无柄。夏孢子器生長冬孢子时則叫做冬孢子器。冬孢子棕黑色或全黑色。孢子壁很厚，可御寒冷（图113. *M*—*N*）。

不在寄主体上所发育的孢子：

(5) 担孢子。冬孢子越冬以后，立即萌发。在孢子上节的細胞，由頂端开 1 芽孔（下节的細胞則由旁側开孔）（图 113. *O*），孢子內壁向外凸出，延長成管，成为担子或名原菌絲体。双倍体的細胞核迁移到管內而进行减数分裂，結果分成 4 枚单倍体的細胞核，成 1 直綫散处全管中。不久，管中发生横断壁，将 1 根長管横分为連接的 4 枚細胞，每枚細胞含 1 核。除頂端的細胞向上发生細管外，其余的細胞都向旁側发生 1 根細管（图 113. *P*）。細胞核迁移到細管的頂端，并略加

小麦杆銹菌生活史略图



膨大，成1个圓形孢子，这就是担孢子(图 113. *O*)。担孢子下部的細柄是小柄。在同一担子所发育的担孢子，其半数是(+)性，半数是(−)性。担孢子非遇小檗不能萌发。萌发时，不遇异性的则成单核阶段分节单核的菌絲(图 113. *N*)，而发生性孢子器。遇异性的則发育銹孢子器。此菌的菌絲，无論何种都有吸器，伸入寄生的細胞以吸收养料。

生长环境　此病世界各地都有，我国也多，小麦、野草上常有发現。北方俗名叫黃胆病的就是这种病。

胶銹属(*Gymnosporangium*)

病征　苹果銹菌(*Gymnosporangium yamadae*)寄生于苹果类及檜树两种寄主之上。苹果的叶片、果实与嫩莖都可被寄生而发生性孢子器与銹孢子器。性孢子器发生在叶片的上面，初为灰黃色的斑点，后变橙黃。斑的中央有黑点，即性孢子。銹孢子发生在叶片的下面，为棕黃色大如黃豆的斑。成熟时，包圍于器外层的构造，向外破裂，成为卷曲的裂条。苹果受害严重的，叶片早落，果实受侵害，或由落叶而养料不足，以致品質变劣，且树的抵抗力减低，常不能抵御冻害。

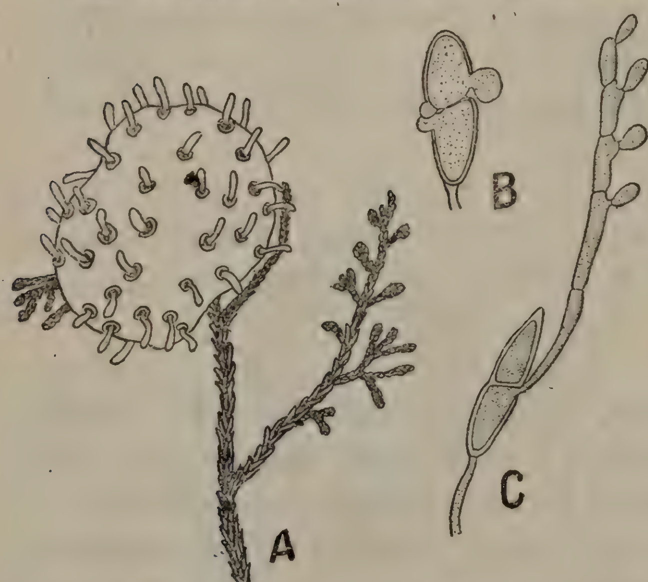


图 114. 苹果銹菌：*A*. 檜树受病后发生的"檜树苹果"；*B*. 冬孢子；*C*. 冬孢子萌发产生小型孢子(担孢子)。(*A*—*B*. 临 Dangeard 1864, *C*. 临 Brefeld 1888)

檜树的枝、干上生长咖啡色小苹果状的球(图 114. *A*)，其直徑最大的是6厘米，发生于6月，长成于秋季。由球的各凹下处，向外发生橙黃色胶質，长約2—3厘米的角帶。冬孢子由此向外逸出。

生活史　苹果銹病菌的构造与小麦杆銹菌相同，所差异的是不生夏孢子而已。

生长环境　欧、美两洲都有。我国南北各地也有发現。另外，梨銹菌(*Gymnosporangium haraeanum*)生活史也是和苹果銹菌一样。

异担子菌类(HETEROBASIDIOMYCETES)

本类特征　三期菌絲体虽組成子实体，但沒有什么分化，并不特化成为各种构造。担子由菌絲所发育，但通常散生，并不組成子实层。担子横裂或縦裂，分格。每1枚担子发育4枚孢子，孢子側生或頂生。

木耳目(AURICULARIALES)

本目特征　木耳目菌类，多数腐生，少数半腐生，通常以腐烂树木为寄主，也有的寄生于昆虫尸体上。多数生于热带，但其他各地带也有生产，子实体露生寄主之外，形态不一，有的类似毡片，有的类似皮革，也有的类似石片。多数无柄，少数有柄。直徑小的数毫米，大的数厘米。受潮湿則作胶状，干时成为角质状。担子散生于子实体的上部，或偶有排列致密及发育隔絲的。担孢子4枚，从担子的旁侧生出。現在大家知道的木耳約有100余种。

木耳属(*Auricularia*)

生活史　木耳腐生于枯木上，子实体成不規則或略具盘状或耳状的胶质薄片体。大的直徑达数厘米。下面光滑或有縐紋，干时象皮革，棕黑色。子实体是双核菌絲所組成，全体包裹于胶质之中。担子的双倍細胞核經減数分裂后，被分为4枚单倍性的細胞核，縱列于担子中。担子发生横壁分成4枚細胞，每枚細胞中含1枚細胞核，除最上端的細胞向上以外，其余都向旁边发生小管，細胞核迁移到小管的頂端，而管的下部收縮，成为担孢子。此小管能繼續生长，将孢子长出胶质团之外(图115. *D*)。担孢子萌发时，細胞核又进行分裂，孢子横裂成几节，每节向外发育分枝的短管，由此分断成单核的小芽(分生孢子)，如养料充足时，小芽可以发育成菌絲体(图115. *E*—*H*)。

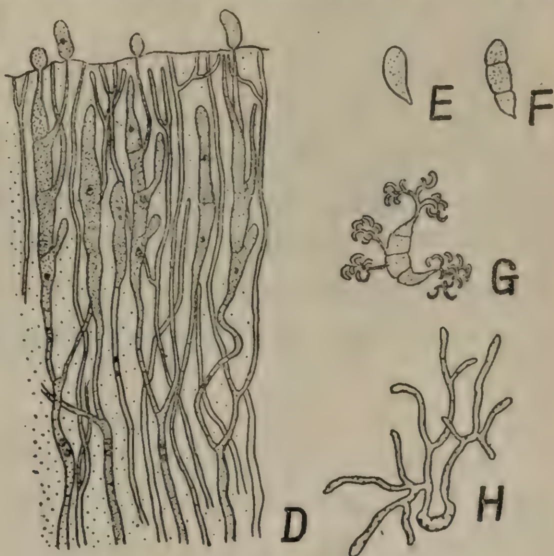


图115. 木耳：*D*. 子实层的切片；*E*—*G*. 担孢子的萌发；*H*. 鐮状分生孢子。(自 Gaümann 等临 Sappin-Trouffy 1896)

生长环境　光木耳(*Auricularia judae*)生长于阴湿地区的枯腐树木上，我国各地多有产生，可供食用。

銀耳目(TREMELLALES)

本目特征　本目菌类的子实体形状不一。有的与木耳略为相似，极不規則，而且沒有什么分化。有的較为規則，略有分化，通常都有胶质。担子发生十字形的縱裂成4室，也有斜裂的。每室的頂端向上发生1根长管，伸出胶质之外，管的末端生长1枚担孢子。担孢子与木耳的相似。也

可以发育分生孢子。本目菌类多半生長于热带,腐生于枯木之上,但温带地区也有生長。

銀耳属(*Tremella*)

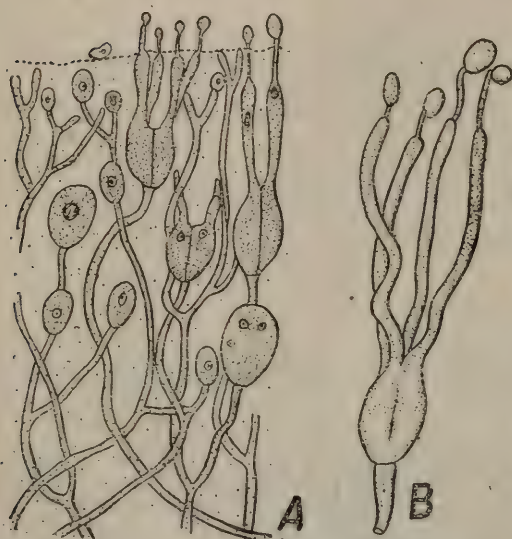


图 116. 銀耳的构造: *A*. 担孢子的发育; *B*. 成熟的担孢子。(*A*. 临 Dangeard 1864, *B*. 临 Brefeld 1888)

生活史 銀耳子实体的构造很难描述,是丛生而极不規則的奶白色的耳状体。体为分枝、分节的双核菌絲所組成。菌絲細胞的細胞核接合以后,細胞卽成担子,不久进行减数分裂,成为 4 枚单倍細胞核。担子内部依种类的不同,发生十字形的縱裂或斜裂,成 4 枚細胞(图 116. *B*)。每枚細胞发生 1 根細長小管,叫做外担子,伸出胶質之外。它的頂端生長担孢子(图 116. *A*)。担孢子含 1 枚長圓到圓形的核。萌芽时,作酵母状的发芽,成小型单核的分生孢子。子实体的菌絲体也可分裂成双核或单核的分生孢子。

生长环境 我国四川以产銀耳 (*Tremella fusciformis*)著名,我国人視为珍味补品。最近閩南平和与南靖一带所产的銀耳也有出口。

伞菌类(HYMENOMYCETEAE)

本类特征 属于这 1 类的担子菌,約有 10,000 余种之多。多半腐生在枯死的木材或土中有机物質上,极少数的寄生于树叶、果实甚至其他菌类上。属于本类的菌类具有各种式样的子实体。而子实层都裸露于外。

菌絲体通常不发育吸器,且可分为 3 期: 初期菌絲体发育后不久,卽行枯萎。次期的是双核菌絲体,生存長久,有的可达多年。其来源是异性的初期菌絲体或无性孢子(卽虫菌体)所接合而成。虽然也可以从鉤管发育,但不普遍。本类植物很多,現在略取几种来作代表。

多孔菌目(POLYPORALES)

本目特征 担子成丛,散生或分化成层,成层的又可分为无分化及有分化 2 类。无分化的,担子生長在 1 个平面上,不分高低。有分化的,有淺渦、牙齿及孔管。担孢子的数目: 高等的 4 枚,下等的或多于 4 枚。子实体有肉質、革質、木質各种。

珊瑚菌属(*Clavaria*)

构造 子实体直立，向上分叉，成为丛生的細枝，形状如同扫帚或小珊瑚。子实体肉质、蜡质或胶质。有粉白、橙黄、紅、紫、灰各色。子实层包圍全子实体。珊瑚菌科植物約有400—500种，分为8属。依种类不同，有生2孢子与4孢子之别。

生长环境 珊瑚菌通常生长于烂木或土地上，肉质的可供食用，昆明市上所出售食用的干巴菌(*Sparasis*)(图117. *A*)、珊瑚菌(*Clavaria*)(图117. *B*)，都是这1科的菌类。

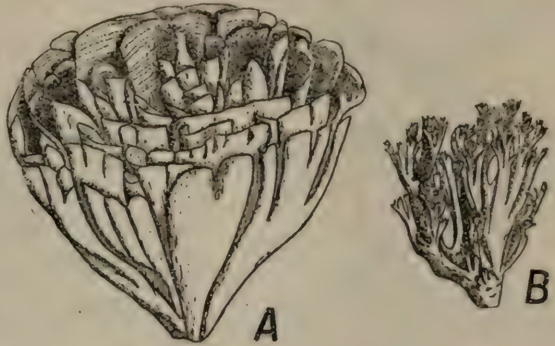


图117. *A*. 干巴菌写生图；*B*. 珊瑚菌写生图。(1938年9月得于昆明市上)

齿菌属(*Hydnum*)

构造 齿菌科的菌类大多数营腐生生活，是使木材导致严重腐烂的病菌。子实体很发达，具菌盖及菌柄。有的菌盖分裂成多个。肉质、革质或木质。子实层向下分化成齿状凸出，或为脊状隆起，使成淺渦。齿菌科的菌类約有500—600种，分为10—15属。其中有的可供食用或可作为染料。昆明市上所售的1种虎掌菌就是齿菌属的菌类。河南开封市上認为美味的猴头菌(*Hydnum caputmedusae*)也是这1属的代表(图118)。

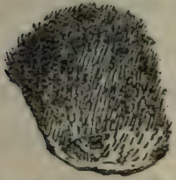


图118. 猴头菌。实物写生。(临实物标本)

生长环境 产生于枯木上，我国各地都有。

多孔属(*Polyporus*)

构造 多孔菌是木材的腐生者。菌絲侵害木质纖維及导管。也有的寄生于活树上，因为活树的組織中具木质部的死細胞，树木因被寄生可导致死亡。有些也可以生长在富有腐烂木质的泥土上。

多孔菌的子实体嫩时是肉质或革质，老时成木质。植物体的直徑由几毫米可到40厘米或更大。生存时間的長短也不一致，有的長成后卽行枯萎，也有的能生长多年，据阿金生(Akinson)的記載，猢猻眼(*Fomes igniarius*)能生存80年之久。

子实体有柄或者无柄，下面分化为无数的小孔管，管的内周是子实层，滿生担子。也有的发育分生孢子，分生孢子发育时菌絲的末端膨大，形成多数的孢子，这种孢子也能萌发成菌絲。多孔菌的种类繁多，有的能供食用，如猢猻眼等；有的可供观賞，如灵芝(*Fomes japonicus*)等。

生长环境 生于树木枝干上。各地都有生产。在阴湿季候最易发生。

牛肝菌属(*Boletus*)

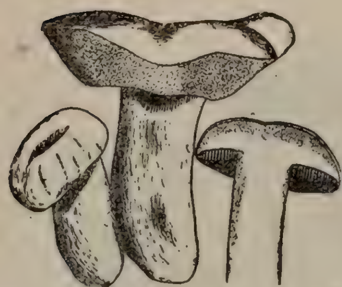


图 119. 牛肝盖菌。写生图。最上部分的是菌盖，盖下的是孔管，最下的是柄。(临1938 年 9 月得于昆明市上的实物标本)

构造 牛肝菌科的菌类，約有 200 余种，分属于 10 余属中。子实体通常分化为具有特化的菌盖及中央菌柄。分类学者因为它們的孔管組織容易与菌肉分离，因此将它們和多孔菌分开。菌盖上面隆臌成半球形。有深紅、深黃、鉄灰、紫、黑各种顏色。管层为深黃、黃綠、或蜜黃色。菌柄也具有彩色或有花紋。子实体肉質，柔軟胶滑，味至鮮美。牛肝菌中含有脂肪，割开后遇見空气則立卽氧化，变青藍色(图 119)。

生长环境 昆明附近树木中盛产此菌，种类极多，多半可供食用。味极鮮美。

伞菌目(AGARICALES)

本目特征 子实体分化为菌盖及菌柄各部分。子实层生長在菌盖的下面，分化成菌褶。菌褶由中央向周圍放射排列。菌褶的外层有排列整齐的子实层，內部有疏松菌絲穿織所成的菌髓(图 120. *A*)。菌髓与菌盖內部的构造与顏色，相同或不同。伞菌多半肉質，柔軟，很少是坚硬的。子实体的菌絲是双核的，但在它的基部也有的发現具有初期菌絲。担子通常产生 4 枚担孢子，很少的产生 2 枚，伞菌种类繁多，約有 500—600 种。多数腐生于富有腐烂植物体的泥土上。其中多数可供食用，而且被視为珍味，也有的含有劇毒。現在檢取几种分述如下:

伞菌属(*Agaricus*)

伞菌属的菌类甚多，現在所举的是一般概况，并不限于那 1 个种类。

生活史 伞菌的构造与其他高等担子菌相同，按着菌絲的种类可以分为 3 个时期。当担孢子萌发为单倍体的初期菌絲体的时候，是为初期。初期菌絲体的菌絲比較纖細而且分节，每节含有 1 个核。异性的初期菌絲相遇以后，卽发生鉤管。由此发育双核的次期菌絲体，至此成为中期。此后，次期菌絲分化为三期菌絲組成的子实体，成为末期。

子实体的分化 伞菌子实体发育之初，其次期菌絲自行穿織向上成 1 个小球体。小球因菌絲的增加而逐漸長大，并露出地面。而菌絲也逐漸分化成为各种特化的构造。在球面周圍的菌絲，分化为 1 层皮状的薄层构造，包圍球的全体。球內的上半部分分化为菌盖，盖的下面为菌褶。菌褶表面有排列整齐的子实层組織，是由隔絲細胞与長形及短形的担子互相間隔所組成。內部則为疏松的菌髓。两褶之間横生着 1 枚長大細胞，名为隔細胞。此細胞可使两褶始終保持相当距离(图 120. *A*)。此外，2 个靠接的菌褶，它們相对生長的担子有長短不同的 2 种，如此，也可以保持两褶之間不致过于接近。由球的基部直到菌盖下面的中央，分化成为 1 根直立的柱，名

为菌柄。子实体成熟时，菌柄向上伸长，菌盖向上撑开。包围球外的薄层便被拉破。但如何破裂，須視菌的种类而定，也并非漫无規則。破裂之时，有破成上、下两半个的。下半个連于菌柄的部分叫做菌托，上半部套于菌柄之中部形成1环，叫做菌环。菌环能够上下活动的，叫做动环，有时由菌柄到盖，被薄层包圍成1网罩的，叫做菌网。或破碎成剩余的片块而悬于菌盖的边緣的，則叫做皮膜。留于菌盖頂上的破片則叫做鳞片，其名目虽多，实际上則为一物(图 120. *A*,*B*)。

伞菌組成子实体的菌絲，都是双核的。担子发育的时候，最初含2枚細胞核。不久卽行交配，成为1枚双倍的細胞核。随卽进行减数分裂，成为4枚单倍体的細胞核。每1枚細胞核向上迁移到担子細胞所发生的1根小管里面，成为1枚担孢子。通常伞菌每1枚担子发育4枚担孢子，其中2枚是(+)性的，2枚是(−)性的(图 108. *A*—*K*)。

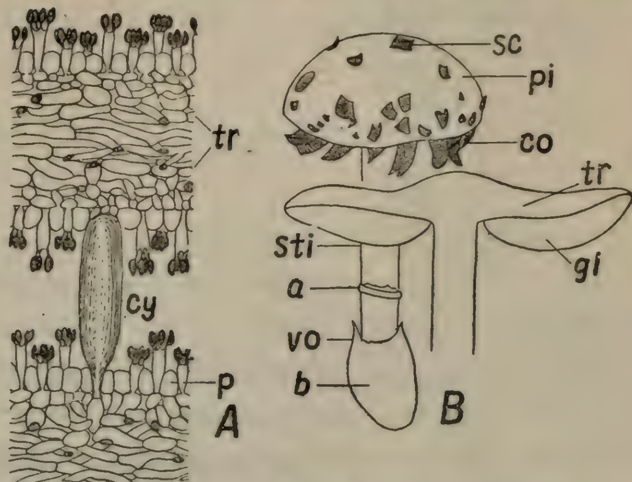


图 120. 伞菌：*A*. 鬼伞菌褶的横剖面，表示隔細胞 *cy*，子实层 *p*，菌髓 *tr*. 等以及长短不同的担子；*B*. 左鳞耳菌(*Pholiota* sp.)写生图，右为縱剖面：*sc*. 鳞片，*pi*. 菌盖，*co*. 皮膜，*tr*. 菌肉，*gi*. 菌褶，*sti*. 菌柄，*a*. 动环，*vo*. 菌托，*b*. 基部膨大部分。(*A*. 临 Fuller 1924，*B*. 实物写生，該实物标本系 1938 年 9 月采自昆明城郊外)

生长环境　伞菌种类繁多，分布极广，全世界各地都有产生。其中有味美可供食用的，例如口磨(*Tricholoma gambosum*)、鬼伞属(*Coprinus*)等。但同一属中，也常分有毒及无毒的。又伞菌的顏色很多，有毒无毒并不全以顏色为标准。

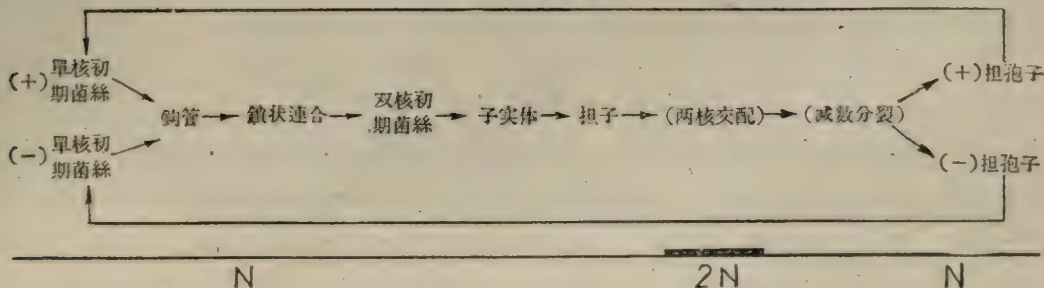
鸡㙡(*Collybia albuminosa*)

在昆明市上視为珍味的鸡㙡，是伞菌目的1屬，种类很多。

构造　菌盖褐色深淺不一，菌褶灰白色。孢子无色，橢圓形而一端之旁稍向內弯缺。菌柄肥大，外部灰褐而內部白色(第二編卷首图)。

生活史　鸡㙡的生活史与白蟻极有关系。据周家熾教授的研究，在白蟻窠中发現有白色小

伞菌生活史图表



球，是鸡㙡的分生孢子植物体(Aegerita Duthiel Berk)。其上发生分生孢子。而周家熾教授自鸡㙡的担孢子培养試验中，結果由担孢子直接发育成产生分生孢子的小白球。由此始知这两种植物体的关系。但是它的分生孢子通常被白蟻所食。所以生活史还沒有完全了解。

生长环境 此菌的生長与白蟻有关，云南各地产生各种鸡㙡。据說四川的大脚菌，也是鸡㙡的1种，台灣也有生产，笔者于1941年在江西泰和杏岭白蟻窠旁也曾发現。又福建上杭的鸡肉菌据說也是鸡㙡的一种。

腹菌类(GASTEROMYCETES)

本类特征 这种菌类的担子都包藏在子实体內，而不裸露于外。担子通常不分节，是单細胞的。发育4枚担孢子。子实体通常分內、外两部，菌絲穿織成层。包圍于外面的是为外部，外部通名为包被。包被又分为外包被及內包被。外部坚硬的叫做硬皮层，也有的柔軟如紙狀。子实体成熟时，外部发生特化的开裂或潰烂以后，孢子才得出外。內部菌絲有的成为柔軟疏松的組織，其中发生空隙很多。空隙的周圍是子实层，产生担子。此种組織名为产孢組織，产生孢子的空隙則为产孢室。产孢組織也有的专在全菌的上半部，而下半部退化为不生产的部分。不育的部分也可以叫做菌柄。具有特殊分化的子实体，也可分化为小型的菌盖及构造完美的菌柄、菌网等构造。現在选取几目，分述如下:

鬼笔目(PHALLALES)

本目特征 子实体最初成球形，外包被肉色或灰白色，組織致密，狀如皮膜。在外包被以內的組織，溶解成为一层粘質体。球中央的菌絲分化成一空心柱状的柄，也有的由菌柄的上部向下发生垂悬的菌网。菌柄的最上端有伞状的盖，菌盖的外面是产孢組織。头端也有分裂不成伞形的。子实体除包被之外，也有的分化成一空心球形。球面常有分化为多个巨大的产孢室。此目菌类都有粘質，而产孢室的組織到孢子成熟的时候自行溶解，成为綠色或棕黑色的粘液体，具有特殊的臭味。关于本目天然的关系，有的学者因为它分化得特别显著而認为是本类中最进化的。也有的認为它与伞菌相近，現在将此目放在本类的最前列，使它接近伞菌。

竹蓀(*Dictyophora phalloidea*)

构造 竹蓀属于鬼笔科(Phallaceae)，我国人視为珍异食品。其子实体初为圓球，包被皮膜状，肉紅色。长大到直徑約7厘米时，横断开裂。子实体的上端有小型的菌盖，盖的表面为产孢室。当球面裂开时，子实体的組織溶解，成为棕黑色的粘液体，富有特殊的臭味。菌盖之下，有空心柱状的菌柄，其直徑約7厘米左右，高达20厘米。在菌盖之內，由菌柄上端向下垂悬1个网状



图121. 竹蓀。最上面的是菌蓋，下垂的是菌网，中央的是杆，最下面的是托及根状的菌絲。（臨北京师大标本）

組織，是为菌网。网孔大概成六角形，其边緣直徑約10余厘米。包被托于柄菌基部的部分而成碗状的，是为菌托。菌网与菌柄都洁白无瑕，殊为美观(图121)。

生长环境　竹蓀属菌类，世界各地都有生产，我国四川以盛产竹蓀著名。产生地区常在极其阴湿的竹林内。笔者于1922年春雨时，在南京和平門内城墙旁竹林内，采得无数。但其后10余年間，从不再見，又于1939年在昆明市上也曾看見。

鳥巢菌目(NIDULARIALES)

本目特征　此目菌类幼小时也成球体，多半是长圓形。包被坚韌如皮革，内部組織也分化为产孢室。圍繞于每1个产孢室的菌絲，特化为坚韌的皮。全室卽成为扁球形的小块，叫做卵块。其通連于卵块的菌絲叫做"卵柄"。产孢組織的菌絲退化消失，这些小卵仍然留于球内。当包被上部开裂成口的时候，全体很象1个杯子，杯口大而底小。杯中有小卵块1—20枚，所以这种菌类很象1个具有鳥卵的鳥巢。孢子須待卵块腐烂以后，才得出外。

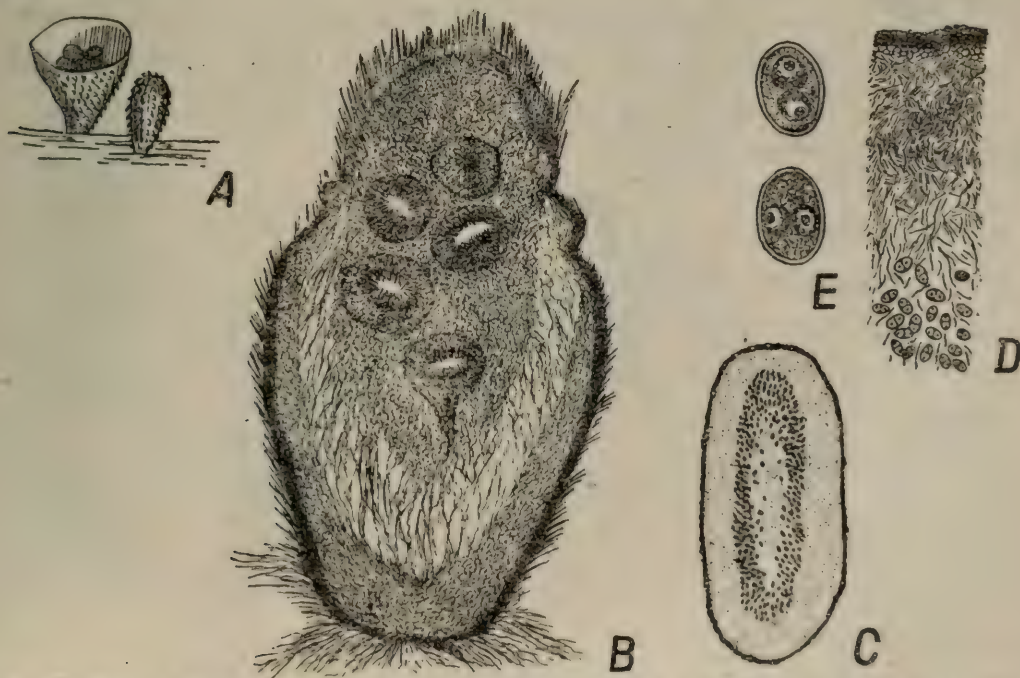


图122. 鳥巢菌：*A*. 外形写生，左. 成熟的鳥巢菌内有"卵块"，右. 幼菌；*B*. 幼子实体纵剖面，表示各部分菌絲的變化及卵块的分化；*C*. 卵块切片；*D*. 一部分卵块放大；*E*. 孢子放大。(*A*. 实物写生，*B*—*E*. 臨切片，1935年制于北京)

鳥巢菌屬(*Cyathus*)

构造 子实体灰黑色,小的高几毫米,大的約1厘米。上口平大而底小,成漏斗状。成熟时,上部平大的部分破裂成口,卵块裸露于外。卵块通常扁圆形,約4—5枚(图122. *A—E*)。

生长环境 此菌常寄生于牛粪的泥土內,我国南北各地都有发現。笔者在南京、北京、江苏宜兴、江西泰和、南昌、云南昆明等地都曾采得。

馬勃目(LYCOPERDALES)

本目特征 包圍子实体的包被有特殊的分化,或沒有什么特殊的分化,肉质或皮革质。成熟时与內部分离或不分离。內部組織分化为产孢組織及明显的菌柄,或不很分化。孢子成熟时有的由包被破裂而飞散于体外的,也有的留于內部須待子实体腐烂后才得出外的。

地星屬(*Geaster*)



图123. 地星菌。(临实物标本)

构造 子实体初为球形,包被分化为3层,最外的是菌絲体层,中間的是纖維层,最內包圍于产孢組織的是密絲組織层。最內层全部分化成1厚膜,仅頂端留1口,下端留1菌柄,子实体成熟的时候,菌柄向上伸长。最外的菌絲体层破裂。中間纖維质层由上向下开裂成为几根长条,因纖維质层向外翻轉,可将产孢体向上高举(图123)。产孢組織至此完全消失,孢子成棕黑色的灰末,由內层頂端的口向外飞散。

生长环境 各地山野森林中都有产生。

馬勃屬(*Lycoperdon*)

构造 馬勃的种类很多,小的(*Lycoperdon*)直徑約1厘米,大的(*Cotiva*)达30厘米,中型的約10余厘米,通常成球形。(图124. *A*)。有上半部圓而大,下半部比較細长,成为柄状。也有的通体是圓形,在外观上不分柄与产孢部分。外层粉白色,是密絲組織,內层是疏松的薄壁菌絲所組成的薄层(图124. *C*)。当孢子成熟的时候,內、外层的分别漸不显著。有的在球的頂端破裂成1

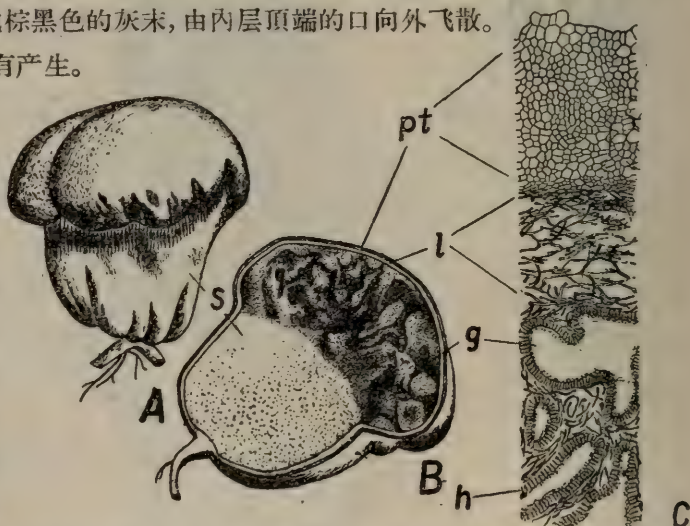


图124. 馬勃: *A—B*. 子实体写生; *A*. 全体外形; *B*. 縱剖面,表示上部的产孢組織、产孢室及下部的菌柄; *C*. 內部构造。*pt*. 密絲組織; *l*. 疏松菌絲层; *g*. 产孢室; *h*. 子实层; *s*. 菌柄。(*A—B*. 临1938年采自昆明北郊鉄峰庵的实物标本; *C*. 临1938年在昆明制的切片)

小口。

内部組織可分为上、下两半部，上半部为产孢組織，产孢室很大，初时都成圓形，孢子成熟时为菌髓組織所穿隔，每1产孢室被分隔成多室。此时，产孢組織内发生类似孢絲的厚壁菌絲，孢子老时附着于棕黑色的絨状物上，即此厚壁菌絲。内部組織的下半部为敗育菌絲所組成，是为菌柄(图124. *B*)。

生长环境　嫩馬勃可供食用，老的馬勃在中医可供药用。各处山野都有生产。

担子菌亚綱提要

(1)担子菌亚綱依其3期菌絲体发育与分化的程度，而分为半担子、异担子与伞菌及腹菌4大类。　(2)菌絲分节、分枝，除初期的是单核而外，其余的都是每节含有两核且属于两性的。　(3)担子为本亚綱的特征，凡細胞核的交配及减数分裂都在担子内进行。　(4)担子所发育的孢子叫做担孢子，因为它与子囊孢子不同，而叫做外生孢子。这种孢子的壁即为原来菌絲的壁。　(5)担孢子之外尙有无性繁殖时所发生的分生孢子等，但都不能游动。　(6)雌、雄配子囊都不見于本亚綱。　(7)少数的与藻类共生成为地衣。　(8)凡生活史尙未完全发現、而无从分类的，都暫归于半知菌亚綱中。　(9)担子菌多数具有經济价值，或是严重病原菌类，我們应該特别重視。

第八章　半知菌亚綱(FUNGI IMPERFECTI)

本亚綱特征　多种菌类仅发現无性生殖,尚未发現有性生殖与性器官，而无从入手分类的,都暂归于这个亚綱。因此叫做半知菌，或不完全菌类。藻菌类可以根据无性生殖的方法以及菌絲的特征进行分类。但高等菌类若不知其有性生殖，决难定其科属。因此，半知菌不屬于藻菌类,可以斷言。現在研究菌类学的人士認为多数的半知菌类是子囊菌类,其余的属于担子菌类及麦类杆銹菌类。为了学习的方便起見,半知菌类也分为科、目和种、属。但这种分类,完全是人为的,究竟天演的关系如何,則不能顧及。本亚綱所包含的菌类約有千余种，因为它們的形态旣未全知,对于演化无从討論,所以暫不編述。

第九章　地衣(LICHENS)

公共特征　地衣是1群特殊的植物体，由子囊菌或担子菌与綠藻或藍藻共同組合而成。菌类因藻类可得养料，藻类借菌类可得水分与蔭蔽，彼此互利各得其所，此种現象叫做**共生**。

地衣分布很广，从平地到高山，自热带达极圈，处处都有。在热带有的生在树叶上，菌絲由气孔侵入內部，以吸收养料。而北极的重要飼料所謂“**馴鹿苔**”也是地衣。此外，如高山峻岭，普通植物不能生长的地区，地衣也能繁茂。更进一步，卽光滑无垢的岩石，也是地衣滋长的場所，此外，地衣还可以侵蝕岩石，使其溶解，由此与其腐敗的本体互相混合，岁月深久，逐漸成为土壤。

地衣的分类

地衣形态各别，种类繁多，概括起来，可分4类：(1)**壳状地衣**全体扁平成壳状，粘附岩石或树皮之上(图125. *A*)。(2)**叶状地衣**全体成薄片状的扁平体，略似叶片，体的一部分粘附他物(图125. *B*)。(3)**枝状地衣**全体直立，通常分枝，类似灌木(图125. *C*)。(4)**垂悬地衣**体細长而分枝，一端粘附树枝，而全体向下悬挂。也有的学者認为它与枝状地衣同属1类(图125. *D*)。

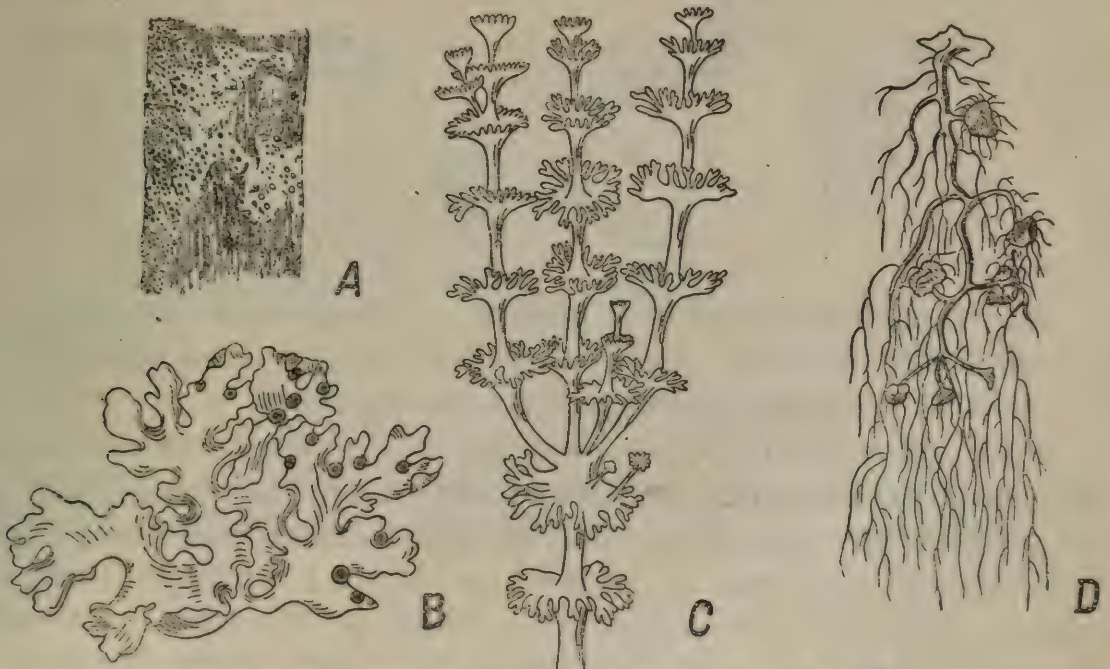


图125. 地衣：*A*.壳状地衣；*B*.叶状地衣；*C*.枝状地衣—石蕊；*D*.垂悬地衣。
(*A*.自 Wettstein 臨 Tulasne，*B*.*D*.臨 Wettstein，*C*.臨 Goebel)

除上所述，依其外形的不同而分为4类外，也有观察內部构造而分类的。地衣既是菌絲与藻的細胞所构成，在形态学上因其构造的不同，也有各种不同的名称；如果地衣的植物体是菌絲与藻的細胞混合而成的，則叫做同层地衣。如果藻和菌分层生长，則叫做异层地衣。此外又有的因为菌的类别不同，而分为子囊地衣(图 126. *A*)及担子地衣(图 126. *B*)。

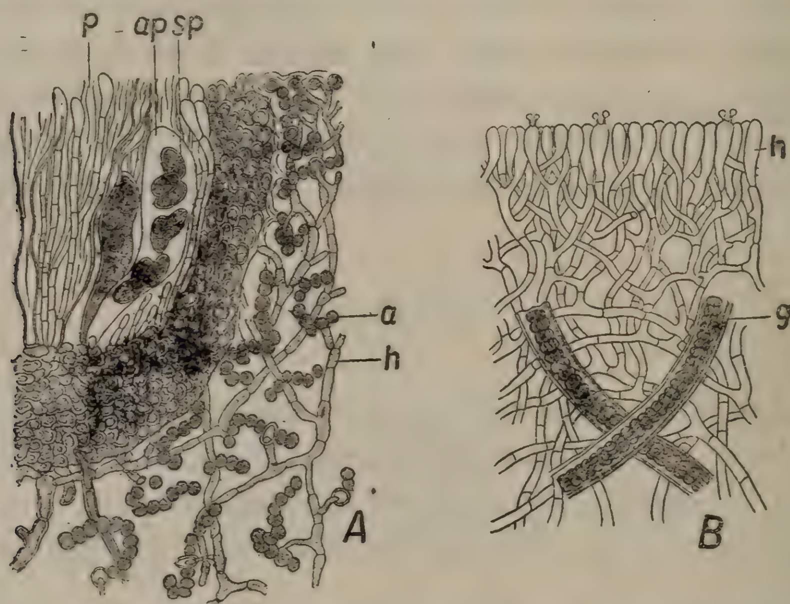


图 126. 地衣內部构造：*A*. 子囊壳的切面：*a*. 藻胞；*ap*. 子囊；*sp*. 孢子；*p*. 隔絲；*h*. 菌絲。*B*. 担子地衣的横切面：*g*. 双歧藻；*h*. 子实层。(*A*.*B*. 均临 Wettstein)

地衣的构造

如上所述，地衣是菌藻2类共生的植物。除外形而外，其本身沒有什么特殊的构造。而学者专从事研究地衣形态的也不多見，而且因为切片染色更属困难，所以关于构造与繁殖方法的研究，在很多书籍上都不太詳細，因此无从依据。这里略述概况，以供参考：

植物体 如果拿茶漬科(Lecanoraceae)来說，其植物体是子囊菌和念珠藻所組成。菌絲穿織念珠藻的胶質层內，內部疏松，外表致密，結成表皮組織状的外皮。菌絲体本身細长而分节、分枝。但在地衣边緣部分的菌絲，則节短而壁厚。并自相組成一到数层的密絲組織細胞。藻細胞集生成层，菌絲通常只包圍藻細胞之外，而不侵入它們的內部，偶或侵入，則藻細胞馬上死亡。地衣除藍藻与菌类共生外，綠藻中的綠球藻属(*Chlorococcum*)等，也能与菌类共生，地衣的植物体，有的只含1种藻类，也有含多种的，所含藻的种类的多少，是依靠它們所共生菌类的种类而定。

地衣的繁殖

有性繁殖 繁殖器官 地衣的有性繁殖器官就是藻和菌的繁殖器官。所有与菌类共生的藻类，譬如綠球藻及藍藻等都是形态簡单，无特殊分化的器官来进行繁殖的。但其中菌类则不同，仍然各依固有的特性来分化其特殊的构造。象茶漬科，其植物体是子囊菌与念珠藻所构成，其所发育的有性繁殖器官則是杯盘状的子囊盘，其构造与茶碗菌目所发育的相同，不过子囊的外壳特别坚厚而已。至于担子地衣，譬如热带所产的扇状地衣(图127)。則在地衣的表面发育担子器，那就是它的繁殖器官。



图127. 扇状地衣的外形。
(临 Wettstein)

产囊体 地衣的产囊体，与普通子囊菌略有不同。皺胶衣(*Collema crispum*)的产囊体，就是1根外壳較厚的菌絲，下部自行旋卷成1—3圈，就成了产囊体。囊上直出的部分是受精絲(图128. *C*)。产囊体与受精絲都分节。 雄配子囊 雄配子囊的构造，极象墨角藻属(*Fucus*)，由1种类似墨角藻生殖窠的雄配子腔，其内壁生长雄配子枝，枝端再生长不能游动的雄配子(图128. *A*—*C*)。 交配 雄配子成熟

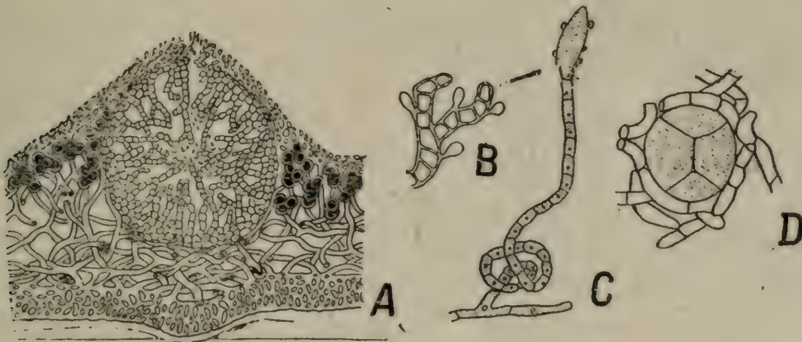


图128. 地衣繁殖器官：*A*. 生殖巢；*B*. 雄配子枝；*C*. 产囊体；*D*. 粉芽。
(*A*—*C*. 临 Bessey, *D*. 自 Strasburger 临 Nienburg)

由枝头脫落，粘集成团，由生殖窠的口噴出于外，被雨露带到受精絲上。受精絲的节壁消失，产囊体至此膨大，这可証明雄配子已进到产囊体内部分。不过雌、雄配子是否交配还沒有报告，有待于今后学者的研究。

无性繁殖 有的地衣也进行无性繁殖，由植物体的表面向外发育凸出的构造。中含藻細胞1到数枚，外面圍繞菌絲，共成1个小球，这种球体叫粉芽(图128. *D*)。粉芽散布到适合的环境，可以发育成为新地衣。

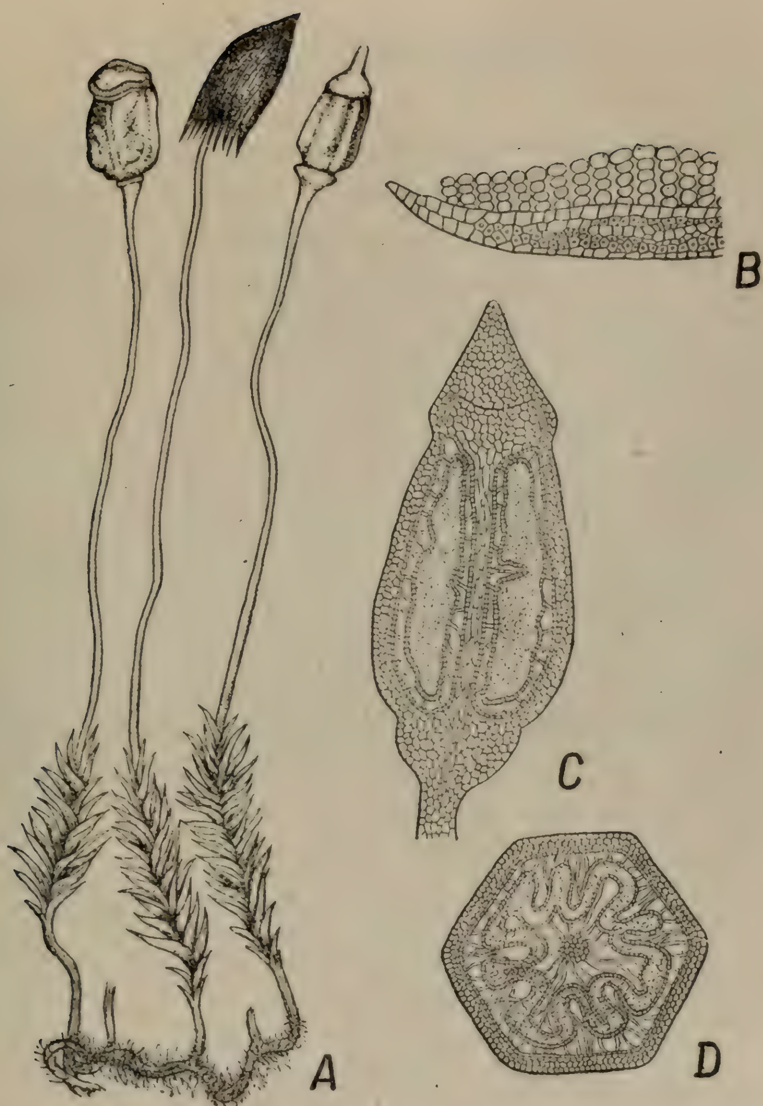
地衣生产地点

如上所述，地衣生产的地点非常广泛。通常岩石、树皮、树干上，到处都可生长。其中，象石耳(*Gyrophora esculenta*)出于江西庐山，被看成名产，可供食用。而松蘿(*Usnea longissima*)与石蕊(*Cladonia rangiferina*)都載在本草，是葯用植物。此外，象海石蕊(*Roccella tinctoria*)是化学試驗酸、硷性試紙的原料。

第十章　菌类植物的演化

菌类的分类系統繁多，演化意見紛歧，要想綜合归納，实所难能，惟有擇其普遍的分別列举，以供参考。　(1)菌类大致可分为裂殖菌、粘菌、眞菌 3 大群。　(2)裂殖菌与藍藻及噬菌体在演化上都有关系(詳見第一編藍藻演化的討論)而其中粘細菌科 (Myxobacteriaceae) 的生活史与粘菌及一部分的古生菌很相类似。彼此是否有关，値得考慮。　(3)粘菌的来源并不单純，有人認为是由原生动物所出，也有人認为是从鞭毛类所出。象(2)所說的，那末是否与細菌有关，也可以考慮。但粘菌除与古生菌中的根肿菌目等之外，对于其他菌类似乎沒有多大的关系。　(4)关于藻菌来源的意見，大別可分两派，有的主張是藻类，也有的認为是原生动物。而主張从藻类来源的一派中也有不同的見解：(一)有的認为卵菌导源于具有卵狀雌配子的綠藻，譬如无隔藻及筒囊藻之类，而壺菌与接合菌都分別从卵菌所出。(二)又有的認为接合菌可能从接合藻中的双星藻类所出，而壺菌則导源于綠球藻。至于主張从动物来源的一派中則認为藻菌蓄儲的养料是肝糖，而綠藻則貯藏淀粉，因此它們极不相同。且壺菌的代謝作用，与雌配子及游动孢子的形态，都近于原生动物，所以可能导源于动物。　(5)藻菌的演化大別也可分两种学說：(一)認为壺菌最为下等，卵菌出自壺菌，而接合菌又出自卵菌。(二)又有的人認为各类藻菌的来源并不一致，是多元的。且又有的人認为卵菌出于藻类，接合菌可能出自卵菌，而壺菌則从卵菌退化而成。　(6)子囊菌演化来源的假說也分两派：(一)紅藻来源假說，此假說創自薩克斯 (Sachs 1875)，根据两种植物的器官：象子囊果与囊果，产囊絲与果胞所发育产生果孢子的特殊綫体，彼此都有受精絲，彼此的不能游动的雄配子，或相类似，或为相同。(二)藻菌来源假說，狄貝蕾(De Bary 1887)認为子囊菌实由藻类演化而来，如孢霉菌目中有与藻菌极端类似的。而高等子囊菌与紅藻不过是平行并进而已，它們沒有什么直接关系。　(7)依血淸試驗的結果，发現紅藻与子囊菌并无关系，而与藻菌及酵母反有若干联系之处。　(8)关于內孢霉科与酵母科的地位，有人認为是下等的而置在子囊菌綱最前面。也有人認为是高等但为退化的种类而放在全綱末尾的。笔者以为內孢霉科形态方面殊为下等，且与藻菌类似，而酵母科則是退化的种类。拟将此二目分列于子囊菌首尾两端，因演化的途徑原是曲綫式的(詳見第一編植物演化問題的討論)，这样排列是否合适，还請讀者批評指教。　(9)关于来源的天演方面，有人認为担子菌由藻菌所发生，而与子囊菌是平行并进的，也有人認为担子菌是由子囊菌所发生的。　(10)关于担子菌中，有人認为半担子菌等类是最下等的，从它进化到腹菌类。也有人認为由腹菌进化到半担子菌等类而与前說恰成相反方向。(11)子囊菌的产囊絲与担子菌的次期菌絲很是类似，而担子与子囊发育的时候，各发生鈎管的构造与其(＋)(－)細胞核紆迴分裂的現象等等都极相似。因此这两大类很有同源的可能性。

第三編　苔蘚植物



第三編　卷首图

金发藓属(*Polytrichum*) *A*. 全植物写生图，由下而上表示：假根、茎、叶，細长的蒴柄、蒴(中图有蒴帽，右图蒴帽去后現出蒴盖的情形，左图蒴盖去后現出蒴齿及鼓皮的情形)；*B*. 叶的横切面表示叶上突出的薄层細胞；*C*—*D*. 蒴的縱横切片表示：柱、孢子囊、疏松組織、蒴盖、蒴壁等构造。(*A*. 实物写生；*B*. 临 [Goebel 1905]；*C*—*D*. 自 [Wettstein 1935] 临 Dodle-Port.)

第一章　苔蘚植物概論

苔蘚是介乎藻菌及蕨类之間的植物。与藻类相联合，则叫做无維管植物。与蕨类及种子植物相联合，则叫做有胚植物。如与蕨类及裸子植物相联合，则叫做頸卵器植物。从前的植物学家常常将藻菌、苔蘚、蕨类合成一群，叫做隐花植物。最近有人将苔蘚、蕨类与种子植物合称为頂枝植物。分类系統虽有不同，但其演化的地位都沒有什么更改。

苔蘚的植物体不論匍匐或直立，水生或陆生，都很渺小細微。最簡单的匍匐生长成枝状的构造，高等的虽有枝叶組織之分，但都属于配子体。孢子体无論簡单与复杂都寄生在配子体上。繁殖器官比較一致，不象藻菌的分歧。雄配子囊到了苔蘚分化成复細胞的构造，因而称为雄配子器或精子器，它的外周成为表皮状的壳細胞，并不产生配子。雄配子細长而成螺旋状的弯曲，頂端生有极长的2根纖毛。雌配子囊到了这里发育成了相当繁复的器官，叫做雌配子器或頸卵器。它的构造概成长頸燒瓶式，上部細长而下部膨大，周圍也有不育的壳細胞1层。雌配子卵形，沒有纖毛，居頸卵器下部膨大的腹内。其上有1枚腹沟細胞，再上则是頸沟細胞。頸沟細胞的数目多少不一定，从4枚到19枚的都有，它們成直綫排列。圍在它們四周的，是頸細胞，在器的最上方的则是蓋細胞。蓋細胞当雌配子器成熟时，必被推挤而向外裂开，使器的口部成喇叭状。

苔蘚植物的孢子体，由簡单的球囊漸次演进，而达于半独立且具有特化的孢蒴，但无論如何都沒有旁側器官，象枝、叶等等的分化。

第二章　苔綱(HEPATICAE)

本綱特征　本綱植物其主要营独立生活的植物体是单倍(N)的配子体，原絲体不很发育，通常产生1个植物体，植物全体匍匐地面成扁平的薄片，也有的分化成簡单的組織或全体成叶状的构造，此外，更有的分化成一中軸，而軸的两旁及腹面各发生1行叶片。分枝时，双枝并出，而斜向两旁分开，是为二叉分枝式。頂端具1枚凸鏡形或倒金字塔形的分生細胞。有性繁殖时，发生多細胞的雌、雄配子器，器的外圍細胞均不产生配子，是些不育細胞。雌配子器通常下部圓鈍而大，上部細长类似1个長頸燒瓶，生长于植物的頂端或旁側。雌配子无纤毛，不能游动。雄配子器通常下部有柄，上部是器，器的上部略尖，下部寬大，全器成卵形，也有的成圓球形。雄配子頂端尖細。后部鈍圓，尖端生长2根纤毛。孢子囊伸長时，蒴帽并不跟随上升，也不成为帽状构造复盖于孢蒴上。苔类通常生长于潮湿、蔭蔽的地区及树皮、树叶上。

地錢目(MARCHANTIALES)

本目特征　本目植物的配子体是扁平体，假根光滑或壁間有加厚处，常发生鱗片。有表皮及綠色組織，匍匐生长，簡单或略有分化，分枝是对分式。孢子体有些是簡单的球囊或略有分化。本目通常分为錢苔科(Ricciaceae)及地錢科(Marchantiaceae)。前者簡单，后者較有分化。現分述如下：

叉小錢苔(*Riccia fluitans*)

配子体　配子体鮮綠色，全体扁平狭長，成1薄片。分枝极有規則，每枝必对分为两枝，成二叉分枝式。頂端有1枚凸鏡形的分生細胞，植物体腹面細胞，向外分化延长成为細长的假根。背面有縱列成1行的雌、雄配子器，雌、雄配子器間隔而生。雄配子器頂尖下大，形如寿桃，周圍有

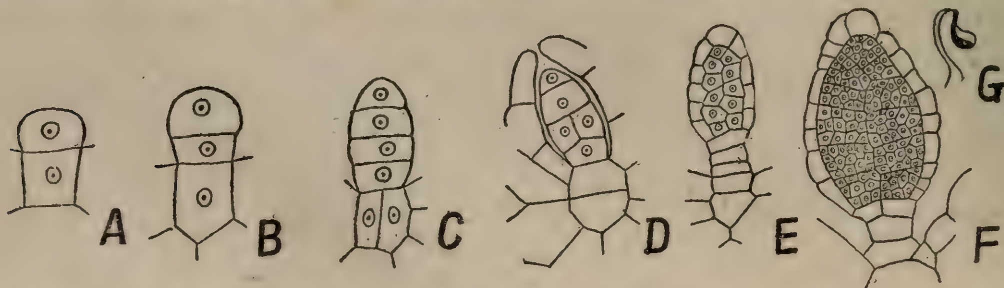


图129. 叉小錢苔及浮苔雄配子器的发育：*A*. 表面原始細胞第一次分裂，上方的1枚是发育成雄配子器的；*B*. 雄配子器細胞第一次横裂；*C*. 継續横裂；*D*. 縱裂；*E*. 雄配子器壳及雄配子产生，細胞分化完成；*F*. 成熟的雄配子器；*G*. 雄配子。(临 Coulter)

不育的雄配子器壳細胞 1 层，下部有短柄。器內分化为多数方形小細胞，是为雄配子母細胞。每 1 枚母細胞产生两枚雄配子。雄配子下圓鈍而上尖細，在尖端上生長 2 根纖毛（图 129. *A—G*）。雌配子器長頸燒瓶式，周圍有 1 层不育的雌配子器壳細胞，上部是細長的頸，頸管之內有頸沟細胞数枚，縱列成 1 行，下部有膨大的腹。腹的上部有 1 枚腹沟細胞，下部有 1 枚雌配子細胞（图 130. *H—O*）。

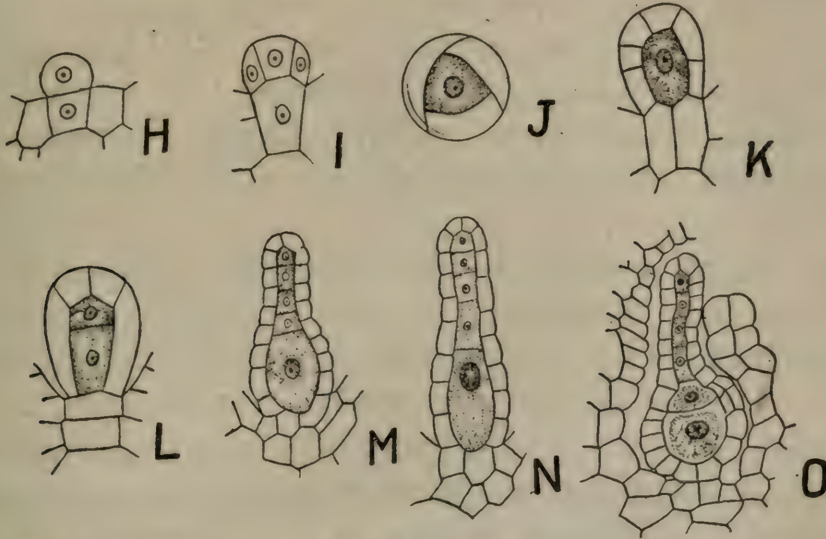


图 130. 叉小錢苔及浮苔雌配子器的发育：*H*. 表面原始細胞第一次分裂；上方 1 枚是雌配子器原始細胞；*I*. 上面 3 枚壳細胞（在这个切面只能見 2 枚）包圍 1 枚內部細胞；*J*. 是 *I* 的橫切面，表示 3 枚壳細胞及 1 枚內部的中央細胞；*K*. 外圍壳細胞分裂；*L*. 中央細胞分成初生頸沟細胞及在下方的初生腹細胞；*M*. 幼雌配子器；*N*. 4 枚頸沟細胞，下方 1 枚初生腹細胞；*O*. 成熟雌配子器表示初生腹細胞已分成腹沟細胞及雌配子細胞。（临 Coulter）

孢子体　雌、雄配子成熟时，雄配子游泳于水中而进入雌配子器。交配后成为接合子。接合子分化为 1 圓球形的孢子囊。囊壳是不育的单层細胞。囊內有产孢細胞与退化細胞所形成的粘質。孢子萌芽后又可发育成 1 个新植物体（图 131. *P—V*）。

生长环境　此种苔类通常生长于溪塘中的湿泥上，并不完全浸泡于水中。笔者 1933 年春季在杭州玉泉及 1911 年夏季在江西泰和杏岭都在山溪流水中采得。此外，在貴州晴隆公路旁及昆明城內也曾采得。

浮苔(*Ricciocarpus natans*)

配子体　浮苔的配子体也具有对分的枝，全体匍匐，較浮蘚略短而肥厚。体內組織膨脹特盛，成为多数气室。体的前端有 1 枚凸鏡形的分生細胞(頂細胞)。腹部有很多鱗片。背部有縱列而陷凹的沟縫，縫內有雌、雄繁殖器官。雌配子器生于配子体的前部，雄配子器則在后部，各成 1 群，不似叉小錢苔的混杂生长。这 2 种苔的配子体的形狀虽有不同，其雌、雄配子器与孢子体的形态及发育等都相类似，現在并記于下：

雄配子器　在浮苔背部凹縫的底部的表皮細胞中，有的細胞向上生長特別迅速。此生长迅速的細胞不久高出于四周表皮細胞之外，継而橫裂成两細胞。在上面的叫做雄配子器原始細胞。

在下面的叫做柄細胞(图 129. *B*)。柄細胞陷入表皮組織之中，也偶然有横裂成 2 枚細胞的。雄配子器原始細胞不久横分成 2 枚，再継續横裂成上、中、下 3 枚細胞(图 129. *C*)，居中的細胞依十字形的縱裂先分成 2 枚(图 129. *D*)，再分成 4 枚(第一次縱裂如果是南北向，第二次則是东西向，恰巧成一个十字形)。此后継續不断地发生切綫分裂(图 129. *E*)，便成为中央与周圍細胞。細胞在中央的縱横分裂多次，成为极小的方形細胞，即雄配子母細胞。每 1 枚雄配子母細胞产生 2 枚雄配子(图 129. *F*)。雄配子上部細长，而下部圓鈍。細长的尖端生长 2 根纖毛(图 129. *G*)。雄配子器頂端的細胞常向外凸出成喙形。在雄配子器周圍的細胞，分化成为雄配子器壳細胞。器壳除基部是 2 层而外，其余都是 1 层細胞。壳細胞并不产生雄配子。长成的雄配子器下周圓鈍而上端漸尖，形如寿桃。当此器发育时，其邻近細胞也向上生长，結果将器包圍成下陷状(图129. *F*)。

雌配子器 雌配子器发育之初，其步驟与雄配子器发育时相同，也是由表皮細胞向外膨突，并横裂成上、下 2 枚細胞。上細胞是雌配子器原始細胞，下細胞成为基部細胞(图 130. *H*)。此后，基部細胞可以分裂成为多个。雌配子器原始細胞依切綫而縱裂成 3 枚周圍細胞与 1 枚中央細胞(图 130. *I—J*)。周圍細胞又横裂及輻射縱裂多次，成为雌配子器壳細胞。中央細胞横分为 2，在上面而小型的是盖細胞，以后作十字形縱裂成 4 枚盖細胞。在下面的細胞又横分成上、下 2 枚，在上面的叫做原始頸溝細胞，在下面的叫做原始腹細胞。原始頸溝細胞分裂二次，成为自上而下一行排列的細胞 4 枚，都是頸溝細胞。原始腹細胞横裂一次，分化为上、下 2 枚細胞，在上面的体积較小，叫做腹溝細胞。在下面的較大，即雌配子細胞(图 130. *K—O*)。雌配子成熟时頸溝細胞及腹溝細胞都自行退化，并溶化成膠状質团。吸收水分后发生膨脹，結果将盖細胞向外推开。

交配 雄配子游泳到雌配子器口被引入內而与雌配子細胞交配，2 細胞核融合后成为接合孢子細胞。不久，雌配子器的頸萎縮(图 131. *P*)。

孢子体 接合子进行細胞横断分裂，成为上、下 2 細胞。下細胞近于器底，上細胞靠近腹部(图 131. *Q*)。此后作十字形的縱裂。在此时期这个幼胚的細胞分上、下两层，每层各有 4 枚細胞，此 8 枚細胞共成一球形(图 131. *R*)。此后，每 1 枚細胞自行切綫縱裂成內、外 2 枚，居于中心

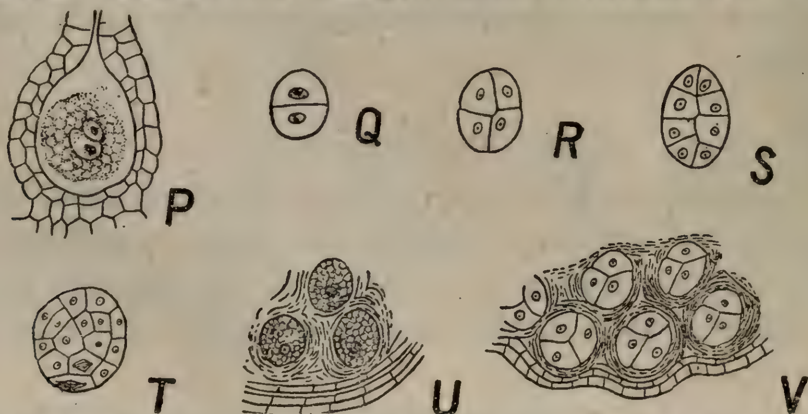


图 131. 叉小錢苔及浮苔孢子的分化：*P*. 雌、雄核的融合；*Q*. 接合子初次分裂；*R*. 四細胞时期；*S*. 較老时期；*T*. 沿四周分裂成內、外两层；*U*. 孢子囊的一部分表示孢母細胞；*V*. 四分孢子。(临 Coulter)

的 8 枚細胞叫做内层細胞或内层組織。圍繞四周的是外层細胞或外层組織。外层細胞以后分化成孢子囊的外壳,内层細胞成为产孢細胞。繼續分裂多次,最后成为孢母細胞。每 1 枚孢母細胞行減数分裂,成为四分孢子(图 131. *U*)。每 1 枚四分孢子分散成 4 枚孢子。但有人发現产孢細胞并非全部分化成孢子,其中一部分退化成为膠質体,充滿孢子囊中(图 131. *V*)。

孢子成熟时,子囊壳被膨脹破裂,孢子便散落于外。萌发时,孢子外壁先行破裂,内壁向外凸出生長 1 長管,是为芽管。孢子中的油点、蛋白質粒等均随管的生長而迁入管内,并发生叶綠体。管的前端通常略有膨大。当管已达到一定的長度时,在前端附近发生 1 层橫壁, 將管分成两段。不久,在橫壁之前另行发生 1 层橫壁,是为第 2 壁。此后, 由第一壁直到芽管的尖端发生縱裂的壁,將芽管尖端分成 4 枚細胞。不久,又发生 1 层縱壁,与第 3 层壁恰成十字形,于是芽管尖端就成为 8 枚細胞。此 8 枚細胞中的 1 枚分化成頂端分生細胞,由此分化发育成为新的配子植物体。

生長环境 浮苔通常生長于水池中,漂浮无定。笔者在云南河口、江西泰和、北京西郊、厦門大学附近水稻田中,都曾采得。

地錢属(*Marchantia*)

配子体 地錢的配子植物体扁平而具有分化,匍匐生長,分枝是二叉式。前端有 1 枚凸鏡形向两旁分裂的頂細胞。全体分为背、腹两面。背面中部有不甚分化的脉,有表皮組織。其表皮組



图 132. 地錢: *A*. 配子植物体,表示胞芽杯; *B*. 植物体一部分的横切面,表示气孔,光合組織,貯藏組織等。
(*A*. 临 Campbell, *B*. 自 Wettstein 临 Voigt)

織分为小格,每格中有特殊烟囱状的气孔(图 132. *A*—*B*)。表皮之下,細胞向上直立生長,这些細胞常常分枝,排列疏松不很整齐,且含叶綠体很多,是进行光合作用制造食料的組織,叫做光合組織。光合組織之下,細胞 5—6 层,均橫生, 排列致密, 是貯藏水分与养料的部分(图 132. *B*)。叶綠体自上而下逐漸減少,腹面最下 1 层,可称为腹部表皮,由此向外发生假根。假根有 2 种: 1 种是单細胞的假根,其壁光滑,是固定植物体用的。另 1 种生于植物体腹面的中部, 其細胞特別長而成为管状,内周細胞壁向細胞腔内突出加厚,这种細胞有吸收功用。此外,尙有鱗片,是单层細胞所构成,也为吸收的构造。

繁殖器官 (1)无性繁殖器 地錢背面表皮向上凸出生長,成为圓形的杯状体, 名为胞芽杯(图 132. *A*)。杯底的表細胞向上膨突生長,最初成毛管状的細胞。不久,生 1 橫壁, 此細胞便橫分为上、下 2 枚。上細胞高出于表皮之外,下細胞与其余表皮細胞高低相同。上細胞又行橫裂, 分成上、下 2 枚細胞,在下的不再分裂,成为(胞芽的)柄細胞,最上的細胞先行橫裂成 2 枚細胞, 再

各自行横裂为 2 枚。此后，发生中央縱裂，将 4 枚細胞对分成 8 枚，并継續发生側裂，将全体分成边緣与中央两部分。此后，各細胞自行縱横分裂，成为 1 个多細胞的平面体。平面体初期是单层細胞，不久，居于中央的細胞縱裂成 2 层。但当边緣細胞向外分裂时，在两相对边緣中央的部分不很分裂，所以結果全体成 1 个哑鈴状的扁平体（图 133. *C*—*H*）。在两边緣相对凹进之处，各生 1 枚頂端分生細胞。成熟的胞芽，中央厚而边緣薄，全体細胞中含有叶綠体，其构造不分腹背。脫落后，着地之面卽为腹面。由两頂端細胞分裂，相背生长延长。日久，中部腐烂，便断成 2 个新植物体。

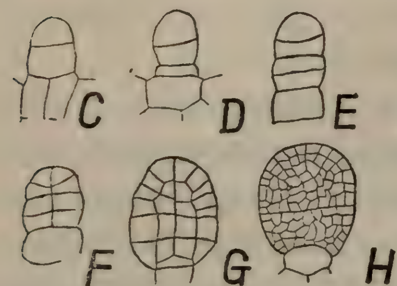


图 133. 胞芽发育的次序。（临 Campbell）

（2）雄配子器　地錢是雌、雄配子异体而生，雄配子器生于雄配子器托上。托是盘状而边緣略微分裂，下有細长的柄杆，杆的基部生于配子体頂端的附近。托上面有很多小孔，每 1 个小孔之下有 1 个雄配子器。其分化的过程与成熟时的形状均与叉小錢苔相似。其所以下陷，也因发育时邻近表皮細胞跟随向上生长的緣故。雄配子細长弯曲，成一圈半的螺旋。頂端生有 2 根极长的纤毛，尾部有囊。雄配子的发育状态与步驟，也与叉小錢苔相同（图 134. *I*—*J*）。

（3）雌配子器　雌配子器托全体分裂深长，形如星芒的射綫。射綫初起下垂，随后向上展开，綫的末端有 1 枚分生細胞。雌配子器成燒瓶状，頸长而腹部不很膨大，其发育的步驟等等均与叉小錢苔相类似。惟成熟的頸沟細胞是 8 枚，比較浮苔多一些。雌配子器生于两射綫的叉縫中，是上表皮細胞分化而成，因为，托的背部的細胞分裂加剧，就变成器口向下，而全器向下垂悬。托旁附近生有长条的假根（图 135. *K*—*L*）。

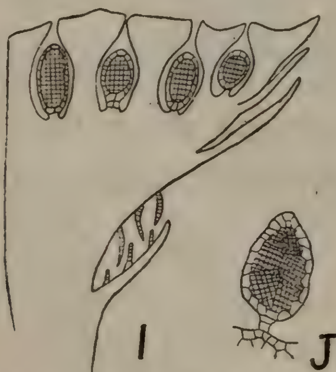


图 134. 地錢的雄托及雄配子器：*I*. 托；*J*. 雄配子器。（临 Coulter）

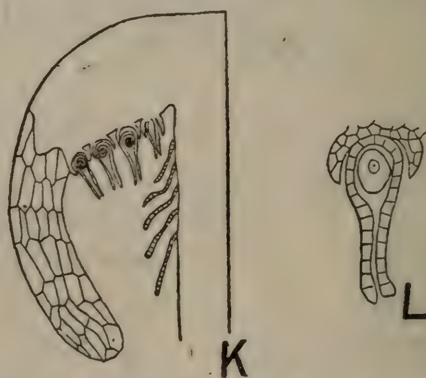


图 135. 地錢的雌托 *K*，及雌配子器 *L*。（临 Coulter）

雄配子因雨露而游泳于托上，游泳迅速，轉动活潑。雄配子如何达到雌配子器托之上，很难猜測，所可以料想到的，大概是雨点打到托上，水珠向四方濺射，因而雄配子随之飞濺，达到雌配子器上。雌、雄配子交配后，成为接合子。

孢子体　据鏗貝尔［Campbell 1905］的报告，各种地錢孢子体的发育都相似。接合細胞（两

配子配合后的細胞)依雌配子器上、下的方向横分成上、下2枚，以后縱裂成4枚，再后則是不規則地分裂而成为1个球体，但在球体的上、下两端的細胞，其分裂与生長均較为迅速，而在中部的較迟，所以不久全体成为哑鈴状。它們与雌配子器底部相連的是基足，中央收縮的部分是柄，下部是球形的孢子囊(图136)。孢子囊外圍有单层細胞的孢子囊壳，囊内有圓形的孢子及長条形的彈絲。先是，孢子与彈絲并无差异，但孢子細胞分裂特盛，而彈絲細胞不甚分裂，因孢子細胞的長大，彈絲細胞随之而拉長。成熟时，彈絲長形，壁上具有加厚的螺旋花紋。孢母細胞行减数分裂后成为四分孢子。孢子成熟时，彈絲吸水膨脹，孢子囊壳被脹破成为不規則的破裂，孢子便散落于地。　孢子外壁很薄，发芽时依孢子壁面上的脊而裂开，內壁成为毛管状的芽管。此后，假根随之而发生。芽管尖端先行横断分裂，然后縱裂多次，結果漸成一扁平体。在植物体最前而居中的1枚細胞，成为頂端分生細胞。由此，逐漸分裂，便成为1个两分叉的原叶体，是为地錢(图137. $N-R$)。

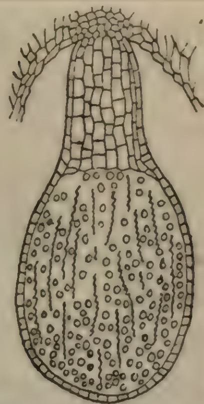


图136. 地錢的孢子囊，表示基足、柄、子囊、孢子和彈絲。(临 Coulter)

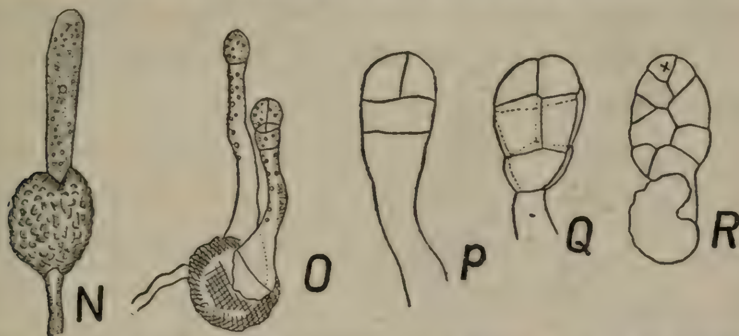


图137. 皮叶苔屬(*Targionia*)的孢苗：$N-O$. 孢子的萌发；$P-R$. 幼植物的形成；×表示分生細胞。(临 Campbell)

生长环境　地錢生長在阴湿地区，我国到处都有产生。沒有什么經济价値。

叶苔目(JUNGERMANNIALES)

本目特征　本目植物的配子体是簡单的扁平体，或分化成枝叶状。最簡单的沒有什么分化，全体細胞都成薄壁組織状。成叶状的有莖、叶之分。屬于此类的苔类很多，多生于阴湿之地及热带的树皮或树叶上，有的也极能抵抗干旱。此目植物依其孢子囊开裂的状态及其生長的部位，可分为2亚目。

腋蒴叶苔亚目(JUNGERMANNIALES ANACROGYNAE)

本亚目特征　雌配子器生長于配子植物体的背上，通常不由頂端分生細胞所分化，孢子囊具

长柄，开裂时是有规则的十字分裂，纵裂成 4 瓣，彈絲具螺旋状的加厚。配子体是簡单的带状扁平体，或有莖、叶之分。分枝是二叉式。

囊果苔属(*Sphaerocarpus*)

配子体 此苔是叶苔中最簡单的，体积通常微小，雌配子植物体鮮綠色。雄配子植物体較小，紫色，其直徑通常不及 1 毫米。配子体寬而短，都是单层細胞，中有总脉，且向两旁分裂成边翼(图 138. *A*)。体的前端凹入处有分生的頂細胞，頂細胞凸鏡形向两旁平均分裂，因此，分枝是二叉式，枝端繁密，每枝的頂端也有 1 枚分生細胞。因分枝繁密，所以植物体的前端具有多数頂端細胞，且彼此集合成群。

繁殖器官 繁殖器官生于背面。每 1 器官有 1 发育完善的苞包圍着(图 138. *B*, *G*)。

雌配子器 雌配子器在发育时，与一般苔类略有不同。其母細胞特别延长，第一次的分裂是横断分裂，在上面的細胞圓而小，含有濃厚的細胞質，是雌配子器的原始細胞。在下面的長筒形，高出于邻近細胞之外，是柄細胞。柄細胞継續横分为上、下 2 枚細胞。雌配子原始細胞的分化与叉小錢苔相似。其頸沟細胞极小，大約是 4 枚。中央細胞特别大。而腹沟細胞体积的大小与雌配子細胞相彷彿。雌配子器各边向上生長的速度并不平均，所以結果变成弯曲的。器旁与叉小錢苔相似，也有苞包圍着(图 138. *D*—*G*)。

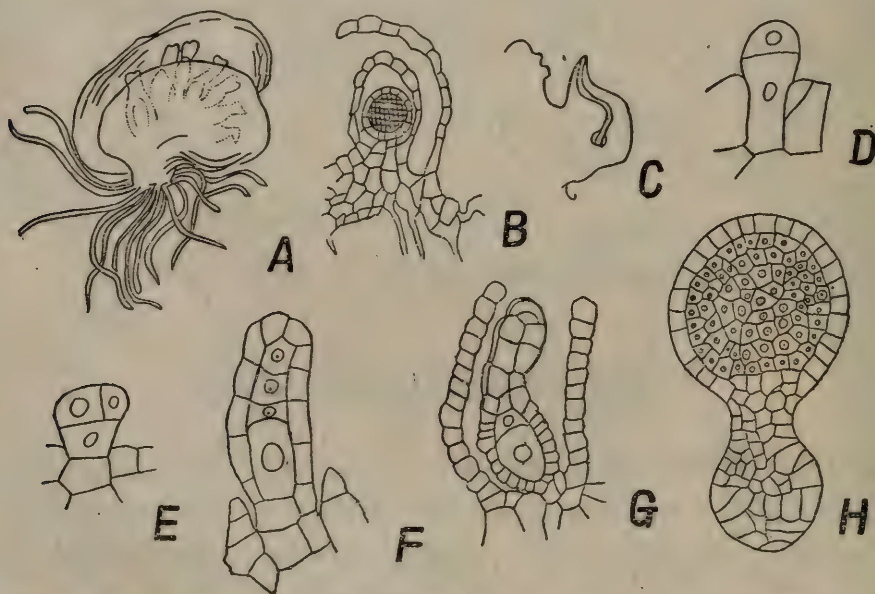


图 138. 囊果苔：*A*. 雄配子植物体；*B*. *A* 的纵切面，表示雄配子器；*C*. 雄配子；*D*—*G*. 雌配子器的发育；*H*. 孢子囊。(临 Campbell)

雄配子器 此苔雄配子器发育的过程与叉小錢苔相似，仅成熟时形状似較圓而已。雄配子細長而弯曲，較地錢的为大，但較其他叶苔为小，頂端生有 2 根纖毛，尾部附有小圓囊(图 138. *A*—*C*)。

孢子体 雌配子交配后，漸向上分化成为长圓形的細胞。其第一次的分裂是横断分裂。以后在上下 2 枚細胞中各自分裂数次，成为 1 串单細胞。然后各自縱裂，成为孢子囊及柄与足。孢子囊是最初分裂时在上面的細胞分化而成的。柄与足則是在下面的細胞分化而成的。这种分裂与其他苔类不同，而与地錢类似。因雌配子器的柄的发育延长而孢子囊被高举出植物体之外，且脫穎蒴帽而出(图 138. *H*)。孢子有的呈濃綠色，含淀粉很多。也有的色澤較淡而含油的。前者是营养細胞，营养細胞最終退化而被吸收。后者是孢母細胞，由此經过減数分裂而成四分孢子。最后分化成孢子。孢子須待孢子囊壳及配子植物腐烂后，才得散落于外。

萌发 此苔孢子的萌发程序都与叉小錢苔相同。孢子萌发时生 1 长管，叫做芽管。其后，芽管前端横裂数次，最前的細胞經側裂 2 次之后成 1 凸鏡形，卽頂端的分生細胞，由此継續分化成为 1 株成长的植物。

片叶苔属(*Aneura*=*Riccardia*)

此苔的配子植物体非常簡单，全体是二叉分枝式的带状扁平体，很薄，細胞沒有什么分化，是单层細胞。頂細胞成凸鏡形，向两边对称分裂(图 139. *A*—*B*)。腹面細胞向下延长成管状的假根。細胞中含有多个叶綠体及 1，2 个油体。

雄配子器 雄配子器生长于短枝背面，通常和雌配子器异枝而生。成丛或单独生长。发育之时，表皮細胞的第一次分裂是縱裂，将 1 枚細胞分为 2 枚，1 枚向上膨凸。此凸出的細胞先行横断分裂。将 1 枚細胞横分成上、下 2 枚。継而在上面的又横分成 2 枚，在最上面的成为雄配子器原始細胞。居中的是基部細胞，基部細胞日后分化成为雄配子器的柄，最下面的是內細胞，将来分隔的壁由此发生。据鏗貝尔[Campbell 1905]的报告，基部細胞不再分裂。雄配子器原始細胞膨大成 1 个圓球。不久，縱裂为 2，再行切綫縱裂 4 次，成 2 枚中央細胞，及 4 枚边緣壳細胞。中央細胞継續分裂成为"雄配子产生細胞"，最后产生雄配子。雄配子是細长而多弯曲的螺旋构造。一端有 2 根极长的纤毛。(图 139. *A*，*C*)。当雄配子器发育之初，由其第一次縱裂所得的 2 枚細胞，其中 1 枚发育成雄配子器，另 1 枚与雄配子器基部以下的內細胞共同向上分裂，成为单行細胞的分隔壁。此种分隔壁且高出于雄配子器之上。雄配子器在外观上似乎下陷，就是这个緣故。

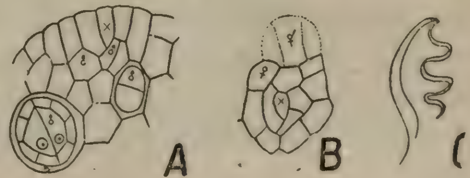


图 139. 片叶苔：*A*. 雄配子枝尖的平切面，×为頂端分生細胞及雄配子器；*B*. 雌配子枝尖横切面，×表示頂端細胞及雌配子器；*C*. 雄配子。(*A*.*B*. 临 Campbell，*C*. 临 Guignard)

雌配子器 冷特博士認为，片叶苔雌配子器的发育与地錢相似，仅頸沟細胞的数目不同，是 6—8 枚。鏗貝尔則認为此苔雌配子器自另一較短枝的背面所发育。通常 6—8 个丛生一处，且与背毛夾杂而生。生长雌配子器的枝片的边緣常呈卷縮状，所以肉眼容易看見。雌配子器的底下沉，其頸甚短，周圍被单层細胞的壳所包圍(卽頸为单层細胞所构成)。但到了腹的部分則壳細胞切綫縱裂成內、外两层。頸沟細胞极小，4 枚，但此数是否固定，还不能断言(图 139. *B*，图 140)。

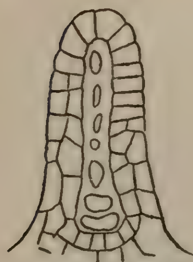


图 140. 片叶苔。表示雌配子器。(临 Campbell)

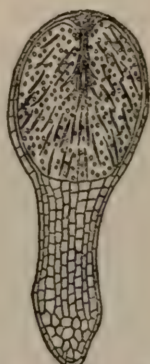


图 141. 片叶苔。表示孢子囊,注意倒生的彈絲托。(临实物切片)

孢子体 雌、雄配子交配后,成为接合子。初时成为 1 枚单独的細胞,継而横分为上、下 2 枚細胞,上細胞又横分为 2,最上面的日后分化成孢子囊,上面第二个成为孢子囊柄,下細胞則成为孢子囊的基足。除基足之外,各部細胞縱横分裂,非常規則。孢子囊成熟时,其柄継續延长,与地錢相似。成熟的孢子囊为長圓形,頂部的壳有細胞两层。在子囊的內部,由頂端的中央向下有倒垂的彈絲,彈絲生長成束,称为彈絲托,彈絲由此向下分布,散开于四方(图 141)。除彈絲之外,孢子囊中細胞幷不全数分化成孢子。其退化的,都被吸收为养料。孢子成熟时,孢子囊由上向下作十字形开裂,成为有規則的 4 瓣。

胞芽 由孢子植物体向外发生凸出的小球,是为胞芽。此苔胞芽的构造簡单,仅有 2 枚細胞而已。

萌发 孢子与其他叶苔相似,外壁甚薄。成熟时,发生叶綠素。萌发时,先延长成管,称为芽管。芽管长度达到孢子的 2—3 倍时,才发生横断分裂,分成 1 条多細胞的綫状体。其最前的 1 枚細胞,日后发生歪斜的縱裂 2 次,成为 1 个凸鏡形而两边分裂的頂細胞。由此逐漸沿着长度 1 个方向分裂,漸成片叶苔(图 142)。



图 142. 片叶苔的幼苗。(临 Leitgeb)

生长环境 此苔生长于水湿的地方。笔者于 1933 年春在杭州灵隐寺后山澗滴泉的石壁上及 1928 年在南京紫金山之阳山溪旁都曾采得。

据冷特博士称孢子植物体初时分为上、下 2 枚細胞,上細胞先行切綫纵裂为孢子囊的壳細胞,然后纵裂,将中央細胞分为 2 枚細胞。由此分化成彈絲及孢子。下面細胞横分成 4—5 节,在上的是柄,在下的成为基足。这样,柄与足都是由下細胞分化而来,与鏗貝尔所說很有出入。附記于此,以供研究。

溪台属(*Pellia*)

构造 溪苔的构造以及繁殖器的发育等等,与片叶苔完全相类似。所不同的,仅孢子囊中彈絲杆生长的地位方向是由下而上,与片叶苔恰成相反方向。根据冷特博士的說法,此苔雌配子器生长于孢子体的前端附近。雄配子器較片叶苔的大一些,有多細胞的柄生于后部。

生长环境 与片叶苔大致相同。

叉苔属(*Metggeria*)

构造 孢子体的构造与片叶苔极为相似,全体也是单层細胞的薄片。但在薄片中央的細胞較有不同,分化成为多层,由孢子体的后部直达前端,成 1 条脉状的构造。

雌、雄配子器及孢子体都与片叶苔相似,但孢子囊的壳各部都分为內、外两层,这是和片叶苔

不同之处。

生长环境　生长于阴湿的岩石和土地上。

带叶苔属(*Pallavicinia*)

构造　配子植物体分化为匍匐茎及直生枝。叶有总脉。全体薄片状。頂細胞是四面的，形如金字塔(图 143. *G—I*)。雌、雄配子器异体而生。雄配子器生于薄片体的背部，散生于总脉的两边，成为2行。每1个雄配子器有1片鱗片复盖着，器圓形而有柄。雌配子器发生于配子体的背面，也生长于脉的两旁而丛生成1团，器与地錢相类似，有长頸，其中含5,6枚頸沟細胞。器旁的細胞圍繞于器的周圍，而向上发育成为蒴苞。雌雄配子交配。紧貼于蒴苞之內，包圍雌配子器基部的細胞向上发育成1个筒状构造以包蓋孢子囊，称为假被(“花瓣”)。

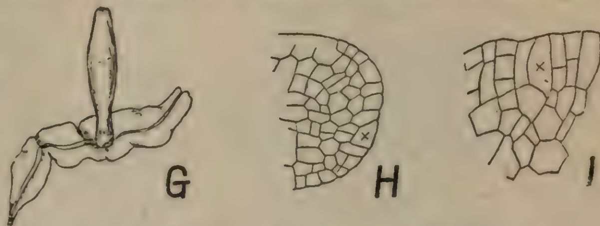


图 143. 带叶苔：*G*. 全体写生，表示叶状体及孢子囊；*H*. 纵切面，×表示分生細胞；*I*. 平切面。(临 Campbell)

孢子体　孢子囊长圓或圓形。孢子囊的壳分为3,4层。孢子囊頂端向上发育成峰，內含6—8层細胞。孢子囊底的中央向上突起成球形，孢子囊之下为較細的孢子囊柄，再下是基足。

孢子发育　孢子囊中产孢組織継續分裂，分化成为孢母細胞。每1枚孢母細胞的細胞壁向四方膨凸成4个小袋。此时細胞核进行減数分裂，成为4团染色体。每团迁移至1个小袋內，成1个新核，由是便成为1个四分孢子。此种現象非独此苔如此，片叶苔中也有这种現象。冷特博士常認为这种現象与担子菌中担孢子的形成并无不同。

生长环境　与毛叉苔相同。

頂蒴叶苔亚目(JUNGERMANNIALES ACROGYNAE)

本亚目特征　配子植物体分化成茎与叶的形状。配子体的发生大概可分3个时期：(1)綫形体时期，(2)凸鏡頂細胞时期，(3)最后頂細胞向3方分裂成倒金字塔形时期，由此向背部发生叶片两行，腹部1行。由背部向旁分枝，枝旁的頂細胞最后直接分化为雌配子器，形成雌配子器的母細胞是旁枝的頂細胞，因此，其雌配子器的来源，与腋蒴叶苔类由背部发生的完全不同。此亚目植物很多，略举一、二，作为代表：

光萼苔属(*Porella*＝*Madotheca*)

配子体　配子植物体匍匐生长，分枝繁茂，分枝时并非二叉对分。茎甚細，复盖于叶片下，茎的背面及左、右各生1行卵形鱗片状的叶片，腹面也有1行叶片，其形更小而長，并发生假根。叶的构造簡单，全体共有1层多角形的細胞而已，細胞內含很多叶綠体，頂細胞是倒金字塔形，

分裂时往往依照其平面作平行的分裂，因此，叶片成 3 行排列。叶既分出，頂細胞向前生長分化（图 144. *A*）。莖部細胞沒有什么分化，表皮与內部的細胞少有差异。莖向两旁分枝，枝的頂端生長雌配子器（图 144. *B*）。

胞芽 无性繁殖时发生胞芽，胞芽是叶緣所发生的小球体，內含 1，2 枚細胞。

雄配子器 雄配子器发生于雄配子植物体旁枝的頂端，器圓形，有柄。肉眼能够看見。雄配

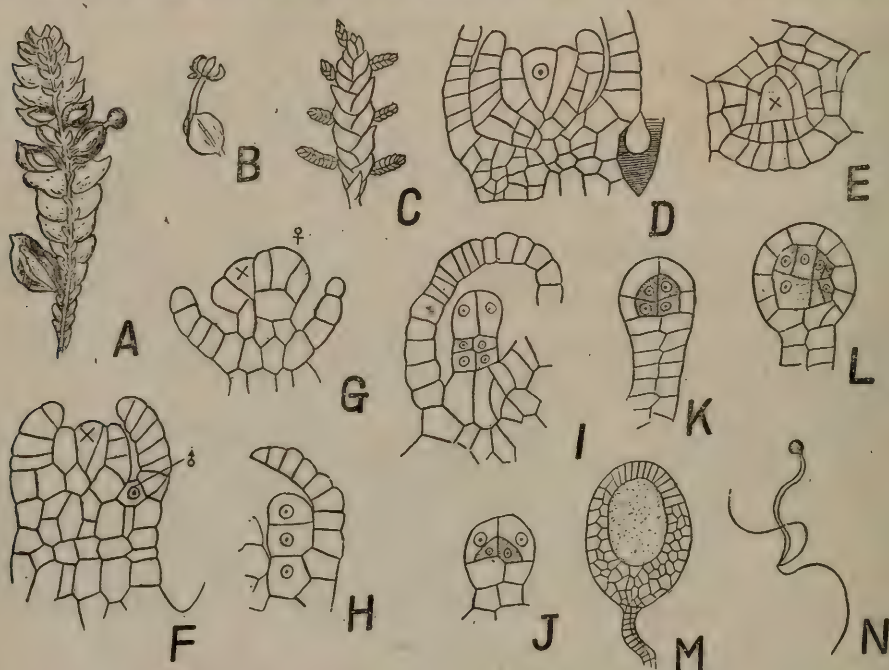


图 144. 光萼苔：*A*. 雌配子植物；*B*. 开裂的孢子囊；*C*. 雄配子植物；*D*. 营养枝正中縱切片，有核的是頂細胞；*E*. 頂細胞横切面；*F*. 雄配子枝，×表示頂細胞；*G*. 雌配子枝；*H*—*M*. 雄配子器发育的次序；*M*. 成熟的雄配子器；*N*. 雄配子。（临 Campbell）

子植物体較雌配子的为小，枝与莖成直角，枝密生小叶，色澤鮮綠，成复瓦状，至为显著（图 144. *C*）。雄配子器发育时，其原始細胞由莖旁叶腋的細胞向外膨凸，成为毛管状。初时横分內、外 2 枚細胞。外細胞再横分为 2 枚。在上面的是雄配子器母細胞，在下面的是柄細胞。母細胞隨卽縱裂成 2 个細胞，成相等的两半边，每半边斜分 2 次，成 1 枚中央細胞及 2 枚旁側細胞。此后，中央細胞継續分裂成为 1 团"雄配子产生組織"（产精組織）。由是，分化为雄配子母細胞及雄配子。旁側細胞起初行輻射縱裂，久后，始行側裂。側裂多半限于器的基部附近，所以成熟的雄配子器上半部的壳常常是单层細胞，而下部分往往分裂为 2，3 层。（图 144. *F*，*H*—*M*）。雄配子細長，略作螺旋状的弯曲，頂端生長 2 根纖毛，尾端有小囊（图 144. *N*）。

雌配子器 雌配子植物体較雄配子的为大，雌配子枝最初时不很显著，但至"蒴被"发育后則很易辨別，因"蒴被"較叶为大而形状特殊（图 144. *A*，*B*）。先是，雌配子枝与普通营养的枝沒有什么分別，但分生 2—4 个叶片以后，其頂細胞便成为雌配子器原始細胞。此細胞向前生長并横分为內、外 2 枚細胞。在外的卽雌配子器母細胞，在內的也横分为 2 枚。在外的成熟为柄細胞。

雌配子器母細胞側裂 3 次，成 3 枚側壳細胞环繞于周圍。居中的 1 枚細胞，叫做中央細胞。中央細胞也横分为內、外 2 枚，外細胞成原始頸溝細胞，以后継續分裂 3 次，成为一串排列的 8 枚頸溝細胞。其余的发育步驟与其他苔类完全相同。雌配子器成熟时略成管筒形，其腹略微膨大，所有溝細胞都很寬闊而雌配子反而較小(图 145. *O*—*U*)。

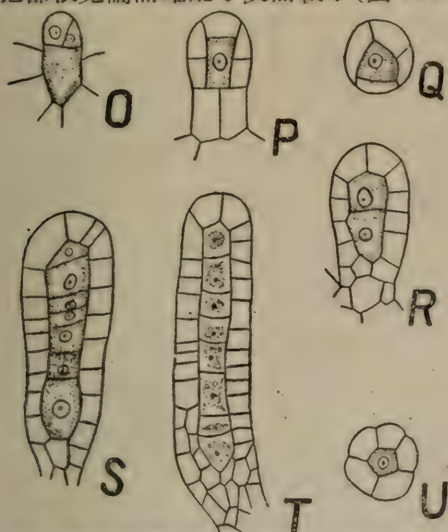


图 145. 光萼苔雌配子器的发育次序图：*T*. 成熟的雌配子器；*U*. 頸部的横切面。(臨 Campbell)

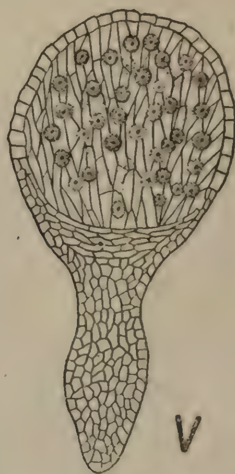


图 146. 光萼苔的孢子囊，表示柄、子囊、孢子及彈絲。(臨 Campbell)

孢子体　接合孢子細胞最初横分为內、外 2 枚細胞，外細胞接近雌配子器的口，內細胞接近其底部。外細胞継續横断分裂成 1 串細胞。以后的发育步驟与叉小錢苔孢子囊的发育步驟相似，縱裂及側裂成为孢子囊。內細胞分裂成蒴柄及基足。柄短，仅能将子囊送出"蒴被"之外而已。成熟孢子囊中的組織可分孢子及彈絲。孢子組織經过孢母細胞、四分孢子而分化成孢子。彈絲細长，与孢子夹杂而生。是退化的孢子組織特化而成的。孢子囊成熟时，由頂端向下，依照胚胎最初的十字縱裂开裂，成为 4 瓣。孢子棕褐色，壁极薄，而具細微顆粒(图144. *B*，图146)。

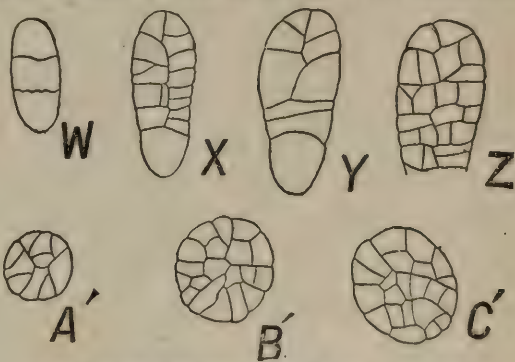


图 147. 光萼苔的胚胎发育次序：*W*—*Z*. 縱切面；*A*′—*C*′. 横切面。(臨 Campbell)

萌发　孢子萌发时，先发育成分枝或不分枝的原絲体，然后发生枝、叶；或先发生成 1 个多細胞的团块，然后发生枝、叶(图 147. *W*—*Z*，*A*′—*C*′)。

生长环境　此苔生长于树皮及岩石上，能抵御干旱。

角苔目(ANTHOCEROTALES)

本目特征　此目植物的配子植物体非常簡单，与片叶苔略微相似，是极薄的片状体。腹部无

鱗片，有总脉或沒有。也有分枝如树状的。細胞中仅含1枚叶綠体。雌配子器生于背部的陷穴中。雄配子器也丛生于腔穴之內。孢子体特化非常显著，且生长的时期很长，是半独立性的。

角苔属(*Anthoceros*)

配子体 角苔的配子植物体非常簡单，与片叶苔的相近似。全体仅仅是一片扁平的薄片。边緣作波浪式，形状如同荷叶边(图148. *A*)。頂細胞具四面成倒金字塔形(图148. *B*—*C*)。腹面細胞向外延长成假根。并有气孔状的裂縫分泌胶質。其中常有念珠藻属(*Nostoc*)寄居。雌、雄配子器通常生于同一植物的背面，但也有异体而生的。角苔的叶綠体至为奇特，每細胞中含有1枚，其形状扁平而体积很大。常圍繞細胞核。

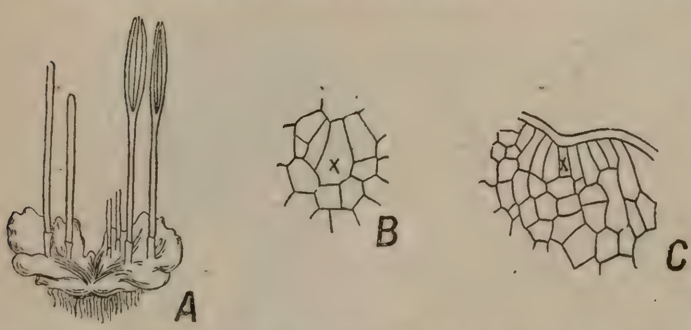


图148. 角苔：*A*. 写生图，表示偏割的叶状体及向上生长的孢子体；*B*. 幼植物的平切面；*C*. 較老植物的切面；×表示頂細胞。(*A*. 实物写生，*B*—*C*. 临 Campbell)

雄配子器 雄配子器发生于配子体的背面。发生时，与其他苔蘚类不同，由表面細胞横分为上、下2枚細胞。在上面的是外細胞，外細胞再横分一次，并縱裂若干次，成为雄配子器腔的外壳。內細胞除其底面之外，其余上、下周圍細胞壁的中层自行溶解。当雄配子器腔向外膨大时，內細胞便成为居于腔中央的1枚单独細胞。此細胞先进行十字形的縱裂，成为4枚細胞。然后由下向上横裂2次，此时共3层，每层有4枚細胞。此后，上两层的細胞进行旁側分裂，将每1枚細胞分裂为中央及边緣2种細胞。此时中央細胞共8枚，継續分裂成为雄配子母細胞，发生雄配子。边緣細胞进行輻射分裂，成为雄配子器的壳，下层細胞延长并分裂为雄配子器的柄。角苔的雄配子器往往丛生，在1腔之中常有多个。其所以如此，是由于中层消失的緣故。內細胞縱裂后，如果縱裂而形成的細胞壁的中层自行消失，則成为2枚內細胞。同样，如果再行分裂，則可得4枚。每1枚均可发生成为1个雄配子器(图149. *D*)

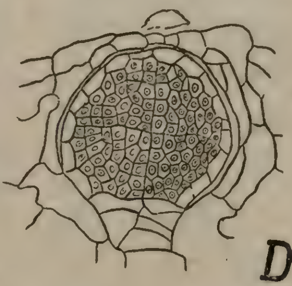


图149. 角苔的雄配子器。(临 Campbell)

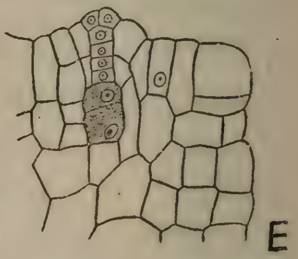


图150. 角苔雌配子器的縱切面。(临 Campbell)

雌配子器 发生于配子体的背面，发生之时期較迟于雄配子器。由背面細胞横分为上、下2枚細胞。上細胞卽为雌配子器母細胞。母細胞旁側縱裂3次，成3枚壳細胞及1枚中央細胞。中央細胞横分为上、下2枚細胞，上細胞再横分为2，最上面的是原始盖細胞，以后自行縱裂为2，或再裂成4枚。盖細胞之下是原始頸沟細胞，以后横分2次成为4枚頸沟細胞。最下面的細胞是原始腹沟細胞，此細胞也横分为上、下2枚，在上面的是腹沟細胞，在下面的是雌配子細胞。雌

配子器由上而下有細胞多枚，但仍下陷于配子植物体表皮之下(图 150. *E*)。

孢子体　雌、雄配子交配后，成为孢子体的細胞。此細胞发生纖維質的細胞壁，且生長迅速，不久即充滿雌配子器中，叫做原胚。原胚初次分裂是与雌配子器的軸成平行的縱裂，成为左右 2 枚細胞(图 151. *F*)。第 2 次的分裂是横裂成为 4 枚細胞。此 4 枚是上、下各 2，在上面的大而在下面的小，至此，1 个幼小的胚胎便形成了。胚胎在这时是卵圓形，上端較尖，下部鈍圓 (图 151. *G*)。此后，胚胎最上面两层的細胞縱裂及切綫側裂并横裂，于是由上而下的层数增多，由外向内，分成中央与周圍 2 部分(图 151. *H*)。中央部分在 1 平面上有 4 枚細胞。以后，又各分为 4，共得 16 枚，叫做蒴軸。周圍細胞側裂成为 2 层，最外层再側裂成 4 层，在最外面的是表皮組織。表皮組織具有气孔，与維管束植物相同。其余的是綠色組織，其細胞中含有叶綠体，能行光合作用幷制造食物。内层圍繞于蒴軸之旁的也側分成 2 层，叫做产孢組織。此时，孢子囊的分化便完成了。由下而上在产孢組織中，其不发育为孢子而退化的細胞，分化成彈絲。当子囊組成时，胚胎最下面的 2 层細胞，向配子体中各方面生長，成为根状分枝的吸器，这就是基足。孢子囊的基部成熟較迟，且継續分裂为生長組織，或叫做分生組織。孢子囊的生長最初依靠頂端各細胞的向上分裂；及至上半部分分化完成时，則賴基部分生細胞的分裂。前者叫做頂端生長，后者則叫做居間生長。孢子囊的上部先成熟，下部随之而分化。所以由上而下，成熟部分已产生孢子，略下則为四分孢子，再下則为孢母細胞，最下則各組織尙无分化。孢子体成熟时，由上而下，裂成 2 片。孢子体的寿命，可达 2—3 年之久(图 148. *A*，图 151)。

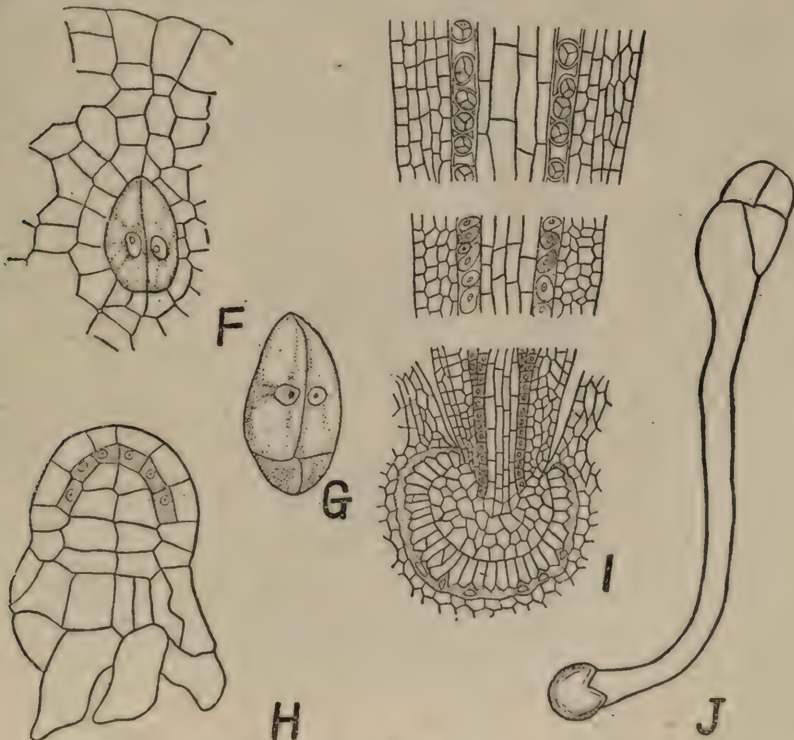


图 151. 角苔：*F*—*G*. 胚胎；*H*. 幼孢子体；*I*. 老孢子体的下部分；*J*. 孢子萌发。(*I*. 臨 Coulter，其余臨 Campbell)

萌发 孢子萌发与浮苔类大致相同。孢子休眠数月，始能萌发。萌发时，內孢膜突破外壁而出。延长成为芽管，在其前端横縱分裂。并发生1枚頂細胞。由此分化为片状体(图151.*J*)。

生长环境 角苔多生長于蔭濕之地。笔者于1932年春在杭州九溪十八澗溪水旁，1937年在昆明西山太华寺泉水旁，1940年在江西泰和杏岭村旁双龙村及李村，1950年在南昌，1954年在厦門大学、漳州及平和县葛竹村附近树海山中，都有发现。

苔类提要

(1)配子体的进化可分3支：(一)从組織分化方面发展。如由叉小錢苔的簡单配子体进化至有特殊分化的地錢。(二)从外形分化方面发展。如由腋蒴叶苔类进化至頂蒴叶苔类。前者为簡单沒有什么分化的叶状体，如囊果苔等。后者为有分化成为"莖"、"叶"的构造，且叶有一定的排列等，如片叶苔等。(三)配子体极不发达的，如角苔。 (2)配子体与孢子体的关系也可分为3种：(一)二者都沒有什么分化的，如叉小錢苔等。(二)二者都有分化，如地錢、片叶苔等都是。(三)配子体的頂細胞从两面分裂的凸鏡形，进化至具四面的側金字塔形。 (3)孢子体的分化，从向各方面分裂，进化至分裂时有上、下两极的分裂。又从球形的孢子囊具单层不育壳細胞的，經过分化成为基足、柄、孢子囊三者具备的。从孢子囊中不育細胞較少的，进化至較多的。

因此，可知生产的能力虽退化，而組織的分化反因而进化，鮑威[Bower 1908]所説，敗育卽是进化一語，在苔类中非常明显。

第三章　蘚綱(MUSCI)

本綱特征　蘚类植物，种类繁多，分布广泛，除盐水而外，凡岩石、树干、土地以及水塘等，均有其生长，尤以苦寒高山或两极附近，别种植物所难生存的地区，也是它們繁茂滋生的場所。蘚类除营独立生活之外，也有营寄生生活的。这样看来，形态是蘚，而生理上实际是菌了。在形态方面，蘚类的配子植物体都有发达的綫状或扁平状的原絲体。具有枝叶的配子托都由此而发育。頂細胞通常成四面的倒金字塔形。繁殖器官都生于枝、叶的頂上，莖中有分化，有中柱、皮层的分别，且有具叶迹的。叶較苔类为进化，通常有总脉。孢子体特化非常显著，有蒴齿、蒴托、环带、蒴軸、蒴盖等构造，其分化的精微，远非苔类之所能及。蘚綱分泥炭蘚、黑蘚、眞蘚3目，現分述如下:

泥炭蘚目(SPHAGNALES)

本目特征　泥炭蘚的孢子由特殊的蒴周层分化而成。蒴軸則由蒴內层所分化。蒴有盖，由此开裂。无蒴齿。蒴成熟时被蒴柄延長而上升。此蘚仅有1科1屬。

泥炭蘚屬(*Sphagnum*)

配子体　此蘚的配子体可分两部分，第一部分是原絲体及原叶体。第二部分是普通分化莖、

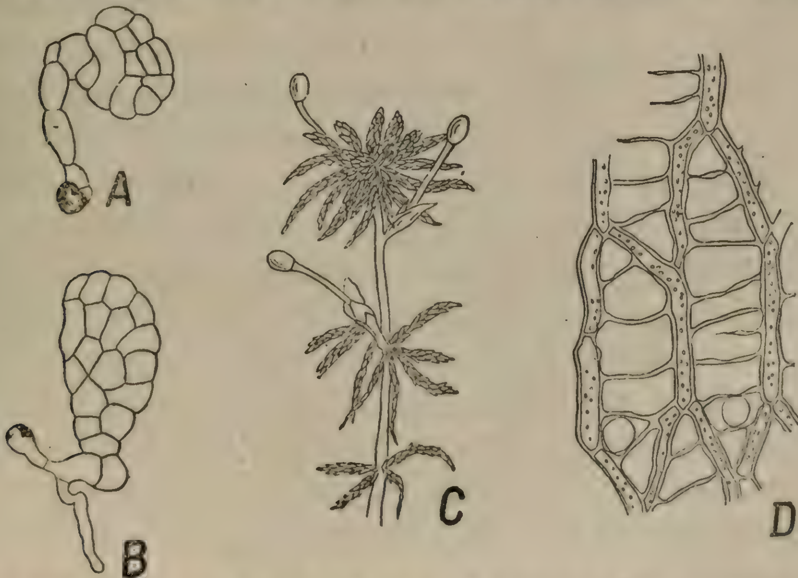


圖152. 泥炭蘚: *A—B.* 幼原絲体; *C.* 写生图，表示孢子囊及其細长的伪足等; *D.* 叶部含有光合細胞。
(*C.* 实物写生，*A—B.D.* 贴 Campbell)

叶、成为藓状配子托的部分。当孢子萌发时，先发生1根芽管。不久，芽管发生横隔膜，成1个多細胞的原絲体。其頂細胞与苔类相似，側裂2次，成向左、右两面分裂的凸鏡形細胞。由此分化成1个扁平的原叶体(图152. *A*—*B*)。原叶体向上发芽。并分化枝、叶，便成为泥炭藓。此藓的頂細胞是倒金字塔形的，向3边分裂，因此，茎的周圍有3行叶子。叶灰綠色，无脉，基部闊而先端尖。由第二叶起，組織中始有分化。叶中細胞分为細长的綠色細胞，及无色而有孔穴并細胞壁上有花紋加厚的吸水死細胞。茎中可分为髓部，其周圍有輸导組織与皮层細胞等，其构造与叶中吸水的死細胞相同。茎的基部并发生假根(图152. *C*—*D*)。

雄配子器 发生雄配子器的枝条，它的叶片呈紅、黄或深綠色。叶密生，因此，全枝类似1个柔荑花序。雄配子器发生于短枝的叶腋。先是，叶腋向外凸出类似1根毛管。不久，横裂成內、外2枚細胞。外細胞継續延长生长，并継續横裂成4节。除頂端1枚細胞之外，都成为雄配子器的柄細胞。此后，柄細胞継續行居間分裂及十字形的縱裂，每1枚細胞分成4枚細胞。頂端細胞膨大，并作魚鱗状的斜裂，最后发生側裂，分成中央細胞与边緣細胞。边緣細胞分化成雄配子器的壳，中央細胞継續分裂，成为雄配子母細胞，然后发育成雄配子。成熟的雄配子器为闊卵圓形，有1长柄，雄配子全体弯曲两圈，成螺旋形，頂端生有2根极长的纤毛，尾部有1小囊(图153)。

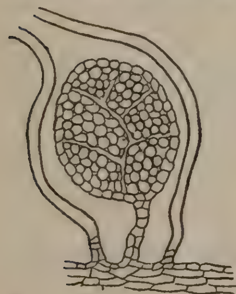


图153. 泥炭藓。雄配子器。(临 Campbell)

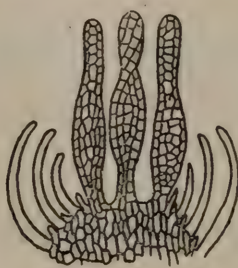


图154. 泥炭藓。雌配子器。(临 Campbell)

雌配子器 此藓的雌配子器通常发生于頂端的小枝上，其原始細胞大概与頂蒴叶苔相似，也是枝的頂端細胞所形成。发育之初与雄配子器发育的步驟相仿佛，也是由1枚細胞横裂成上、下2枚。以后横裂多次，成1长柄，叫做伪蒴柄。最上面1枚細胞行側裂3次成4枚細胞，1枚居中的是中央細胞，其余圍繞周圍的是壳細胞。以后中央細胞横裂为上、下2枚，在上面的継續横裂成为无数頸沟細胞，在下面的成为腹細胞及雌配子細胞。雌配子器成熟时，其頸管长而扭曲。腹部膨大，且有柄(图154)。

孢子体 雌、雄配子交配后，成为接合子，接合子就是原胚。接合子初次的分裂是横裂，1枚細胞分裂成上、下2枚，据冷特博士(Land)称，上細胞縱裂后，側裂成为中央及周圍2部分，中央部分叫做蒴內层，周圍部分叫做蒴周层。但鏗貝尔[Campbell 1905]則認为原胚最上面的3节細胞分化成孢子囊，其余的都分化成基足。此則与冷特略有出入。蒴內层分化成为向上圓隆而成半球形的蒴軸体。产孢組織由孢子囊上半部分的外层側分而来。但产孢組織全部分化成孢子，并不产生彈絲。孢子囊成熟时，沿其上半部分的周圍发生1圈环带。孢子囊在环带上方的是蒴盖。环带細胞成熟时，蒴盖脫落。雌配子器起初包圍孢子体之外，至孢子囊长大时，便被横裂成上、下2部分。在上面的形如风帽，被盖于孢子囊頂上，叫做蒴帽。下半部分叫做蒴被或托。泥炭藓的孢子囊无柄，但雌配子器有极长的基部。当孢子囊成熟时，其长柄叫做伪蒴柄的，即雌配子器基部細胞延长所成(图155. *G*—*H*)。

生长环境 泥炭藓生长于低湿地区、溪水及湖沼中，笔者在杭州灵隐寺后山澗中，江西廬山

观音桥附近，昆明郊外鉄峰庵，及江西新建西山洗药湖，均曾采得。泥炭是碳化的泥炭蘚。解放后，不少地区发现泥炭。对于工农业生产，很有价值。泥炭又叫做草炭，草煤，泥煤，草筏子。分为高位泥炭，低位泥炭，过渡泥炭。最近几年来，江西新建的西山、福建的平潭地区都有泥炭发现。但大都是低位泥炭。这种泥炭(干物)一般含氮素 1.81% 左右，磷酸 0.30%，氧化鉀 0.27% 左右。泥炭是制造顆粒肥料的原料。又泥炭蘚的叶富于吸水性質，在运輸苗木时，常被用来包裹根部，以免苗木枯死。

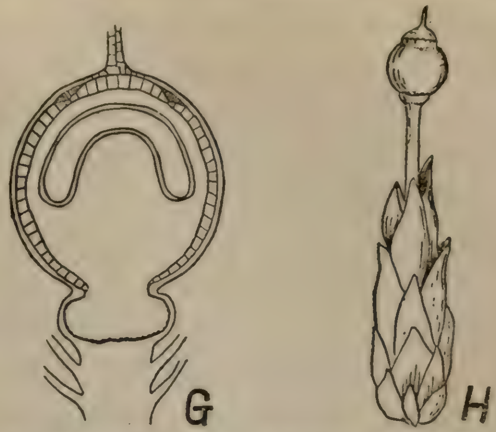


图 155. 泥炭蘚：*G*. 孢子囊縱剖面略图；*H*. 孢子囊外形图。(*G*. 临 Campbell，*H*. 临 Schimper)

黑蘚目(ANDREAEALES)

本目特征　黑蘚目只有 1 属，且种类不多。植物体短小，呈黑色或棕黑色。生长在花崗岩上。蒴(孢子囊)成熟时縱裂成 4 瓣，但裂縫的长度不到蒴頂。孢子与蒴軸，均由內层所分化。枝、叶的形态与眞蘚沒有差异。而孢子萌发时，先分裂成多細胞的原球体并不直接发生原絲体。且原球体可发生叶状的扁平体，由此生长黑蘚，此属植物是泥炭蘚与眞蘚的过渡类型。現在叙述黑蘚属的生活史，以供参考：

黑蘚属(*Andreaea*)

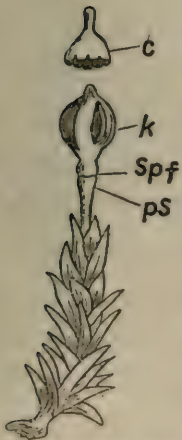


图 156. 黑蘚写生图。*c*. 蒴帽，*k* 蒴，*spf*. 蒴足，*ps*. 假足。(临 Goebel)

构造　黑蘚孢子外壁厚而色黑，孢子綠色，含有油类。孢子成熟后，一周之內卽行萌发，但也有休眠至数月始行萌芽的。孢子萌发时，內部先行分裂成为 1 团細胞，是为原球体。此种步驟与苔类的溪苔属相似，而大大不同于一般蘚类。原球体表面的細胞向外延长，发育成絲状体。絲状体細胞的横隔壁与表面成正交或斜交。由此絲状体分为多枝，生长于石縫之中。絲状体无假根，这是它和原絲体不同之点。有的綠色退化，卽成假根。通常黑蘚的絲状体分化成多細胞的扁平体，与泥炭蘚相似。也有的成管状体。其表面的細胞分化成金字塔形，向上发生莖、叶成为黑蘚。黑蘚莖的頂端，有 1 枚金字塔形的頂細胞。向周圍三方分生枝、叶。叶先端尖而基部鈍，无柄，有总脉或沒有，細胞最初时极薄，久而变厚，色很暗。莖中細胞沒有什么分化，无中央长形輸导組織与皮层細胞的分别，但周圍細胞的壁略厚而色澤較暗而已，这是和眞蘚不同之处。莖的基部假根丛生。莖枯萎时，假根可另行发芽。它的假根也是复細胞的管状体或扁平体，并非单条的綫管，象他种植物的一样。

雄配子器 黑蘚的雌、雄配子器是异宗或同宗异枝而生，雄配子器发生于枝端，直接由枝的頂細胞分化而成。先由一枚細胞横分为2，然后再横裂为3，最上面的是雄配子器母細胞。此細胞分裂时，起先継續不断地向左、右成魚鱗式的斜裂。然后每1枚細胞側裂成內、外2枚細胞。外細胞日后成为雄配子器的壳，內細胞成为雄配子产生細胞。最初3枚細胞的中部細胞，自行縱裂1次及横裂多次，成为雄配子器的長柄。

雌配子器 雌配子器发育之初，其分化的步驟与雄配子器完全相似，当1枚細胞横分裂成上、下2枚細胞时，在上面的也作魚鱗式的左、右斜裂。最后，其最上层行側裂，結果分成雌配子器壳及中央細胞。由中央細胞横裂，終于成为頸溝、腹溝及雌配子細胞。其雌配子器与泥炭蘚相似，也具1根長柄，叫做伪蒴柄。

孢子体 雌、雄配子交配后，其接合細胞第一次的分裂是横裂。其后也作魚鱗式的斜裂，全体成为11—13节。此后，每1枚細胞側分为內、外2部分。在外面的是蒴周层，在里面的是蒴內层。內层縱裂成为多层，其中居于較外的分化成为产孢組織，这是它与泥炭蘚不同之处。产孢組織不久自行縱裂成2层，此后并沒有其他分化，也沒有彈絲发生。产孢組織全体状如复皿，居于蒴軸的上部。

蒴軸組織的来源，与产孢子組織相同。孢子囊无柄，其基足由胚胎最初横裂所得的基部細胞分化而成。孢子囊成熟时，由基部向上，成4条裂縫，但不到达頂部(图156)。

生长环境 黑蘚产生于高山的花崗岩石上，黑色，成丛。福建武夷山有发現。

眞蘚目(BRYALES)

本目特征 本目包含大多数的蘚类。构造方面虽比較相似，但因其种类繁多，也各有不同。現在擇其大概，叙述如下：(一)孢蒴 眞蘚的孢蒴是蘚类中最复杂的，成熟的孢子体下部有長柄，叫做蒴柄。蒴柄的基部有足，叫做基足。基足伸長，进入母植物体的組織中。最上面有蒴，叫做孢蒴。幼小时被风帽状的蒴帽所包罩。成熟时，蒴帽破裂脫落。蒴帽內含1,2层細胞，是雌配子器的頸特化而成。在蒴的頂端通常有小盖，叫做蒴盖。盖与蒴的分界处，有环带。孢子成熟时蒴盖脫落，蒴盖之下是蒴齿层，成熟时破裂成齿，叫做蒴齿。蒴齿通常分內、外2层，排列成2輪，也有无齿輪层的。孢蒴的四周有数层細胞叫做蒴壳。壳的內层有疏松細胞，再向內則有产孢細胞。居于中央最內的，則是蒴軸。蒴柄的上部与孢蒴的基部相接之处叫做蒴托，其外通常有气孔。蘚类孢子体虽有分化，但从不发生枝叶。 (二)原絲体 眞蘚的原絲体除少数种类而外，通常是分枝的綫状体。枝有两种。其一是营养綫体。营养綫体分节，其横隔壁与側壁相垂直，細胞中含有叶綠体。另一种是假根。假根細胞壁棕褐色，横隔壁斜生，无叶綠体。原絲体很少成为叶状体，由叶状的原絲体也可以发生綫体或再行发生叶状体。原絲体在下等种类中是永久构造，其分裂生長絕对限于頂細胞，无居間分生，如果有的話，則是旁枝所发生的。

繁殖方法 无性繁殖 繁殖方法分有性与无性。无性繁殖极为强盛，除叶緣发生特殊的胞

芽而外，其枝、叶都可以認为是无性繁殖器官。　有性繁殖　有性繁殖时，发生雌、雄配子器。雄配子器長筒形，基部有柄，周圍有1层不育的細胞，卽雄配子器壳。雄配子細長成螺旋弯曲，体的前端特别尖細，生有2根极长的纖毛。雌配子器燒瓶状，頸很長，有成串的頸溝細胞多枚。雌、雄配子器之旁均生有隔絲。雌、雄配子器生長于枝的頂端。紧靠于雌、雄配子器基部的叶片，重迭生長成盤状，且常呈紅色，所以有"蘚花"，或"花托"之称。雌、雄配子器有的生于同一植物，同一托中，也有同株异托或异株的。

葫芦蘚属(*Funaria*)

构造　葫芦蘚是常見的蘚类，我国各地都有分布。現将其构造分别叙述如下：

原絲体　孢子萌发时，吸收水分而膨脹，外壁因此破裂，內壁由裂口凸出，逐漸延長成为1管，且发生横隔壁，将管分隔成多細胞而分枝的綫状体。并发生假根，便成为1原絲体。

叶芽　在原絲体前端的細胞，每自行膨凸，成为梨形的凸起。不久，发生歪斜分裂，分成1个复細胞的幼芽。其頂細胞是四平面倒金字塔形的。此分生細胞的分裂非常規則，分裂时，向側旁三边平行分裂，产生3枚子細胞，每1枚子細胞分化成1个叶芽。在莖部的細胞向下发生假根。假根分枝繁多，假根无叶綠体，棕褐色。其細胞間的横隔壁都成歪斜生長。叶芽基部的2,3节并不发生叶片。最初生長的叶片无总脉。幼叶生長迅速，不久，遮蓋芽的頂端，叶成复瓦状排列，彼此密集，待莖伸長后，始漸疏松。如果外界环境不良时，幼芽的綠色消失，变为深褐色。当环境适宜时，又可萌发成配子体或原絲体。

莖　葫芦蘚的莖細而短，分枝不很規則。頂細胞成倒金字塔形。分裂时，向旁側平均分出3枚細胞。莖中略有分化，有1层比較狹長的表皮細胞，与較大的皮层細胞及小型薄壁的中柱細胞。

叶　叶密生于莖頂，其形不一，有橢圓、卵形等等，叶端尖銳，全綠或不全綠，有总脉(图157. *A*—*D*)。叶緣細胞較狹而一端向外伸出，成鋸齿状。

繁殖器官　此蘚是絕对异宗的。生長雄配子器的植物体高約1厘米。下部叶片疏松，頂端密集，且中央变紅，很象一朵花(图157. *A*)。

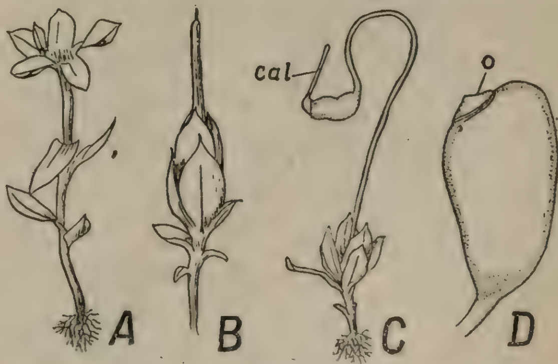


图157. 葫芦蘚的外形：*A*.雄植物；*B*.雌植物；*C*.雌植物体及孢子囊；*D*.孢子囊。*cal*.蒴帽；*o*.蒴蓋。(仿 Campbell)

雄配子器　在枝端的表面，細胞有生長特别迅速的。不久，此細胞卽高出于邻近各細胞，且发生1层横壁分成上、下2枚。上細胞可直接发育成为雄配子器原始細胞，下細胞則成为柄細胞。雄配子原始細胞由下而上，向两旁相对斜裂成为3枚細胞。最高而居中的是頂細胞。当頂細胞向上生長时，仍可継續由下而上作同样的分裂，直至分成7节为止。頂細胞最后横裂1次，又成上、下2枚細胞。上細胞叫做壳細胞，下細胞叫做雄配子原始細胞。由此細胞分裂成为雄配子母

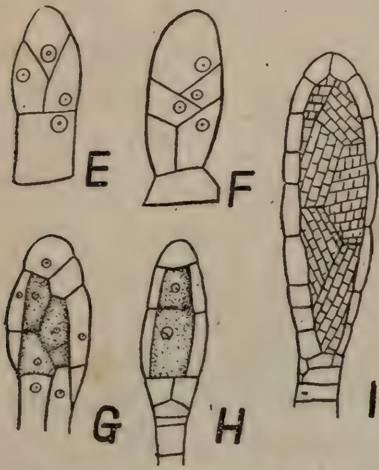


图 158. 葫芦藓的雄配子器：E—I. 发育的次序；E—F. 幼小时期；G—H. 时期相同，但切面不同；I. 成熟时期。（临 Campbell）

細胞，雄配子由此产生。頂細胞以下斜裂的各个細胞，各自发生切綫分裂，成为內、外 2 枚細胞。在外面的是壳細胞，日后成为雄配子器的壳。內細胞縱橫分裂，成为雄配子母細胞。雄配子器成熟时呈橙紅色。其頂端的中央生长 1，2 枚无色透明而体形較大的細胞，叫做雄配子器盖。器盖終被推挤而向外开展，便成为 1 个口，雄配子由此向外射出，雄配子的体积微小而細长，成螺旋状的弯曲。前端有 2 根极长的纤毛。借雨水的媒介而达于雌配子器。在雄配子器的周圍生长多数隔絲。隔絲是单細胞向上生长并横断分裂成多节的毛状体。隔絲頂端的細胞常特别膨大，成圓球状（图 158. *E*—*I*）。

雌配子器　当植物体尙幼小时，雌配子器已行发育。雌配子成熟时，其植物体的高度不过数毫米而已。雌配子器原始細胞卽是莖的頂細胞。雌配子器分化之初，其原始細胞先横裂成为上、下 2 枚細胞，在下面的是基部細胞，在上面的是雌配子器母細胞。母細胞发生向底部歪斜切綫分裂 3 次，分成 3 枚原始壳細胞，及 1 枚中部細胞。中部細胞又横断分裂成上、下 2 枚細胞，上細胞与苔类雌配子器的盖細胞相同。下細胞分为原始頸沟及雌配子与腹沟細胞。盖細胞也具有分生性质，向三周及上方分裂成为頸細胞。而頸沟細胞則自基部細胞分化而成。当雌配子器尙在幼嫩之时，在一横切面上，頸部具有 3 枚細胞。不久，輻射縱裂成为 6 枚，且更可横裂成为多数。腹細胞的外壳与頸的来源不同，是雌配子器母細胞最初向三周切綫斜裂所成的 3 枚原始壁細胞分化而来。当雌配子器尙未成熟之时，腹壳卽分裂成为双层。雌配子器成熟之时，頂細胞向外推开，使器口成喇叭式。器的上部有长而歪扭的頸，內有多数頸沟細胞成为 1 串生长。下有 1 枚腹沟細胞，最下有 1 枚雌配子細胞。在雌配子器之旁，也生长有隔絲（图 159. *J*—*N*）。

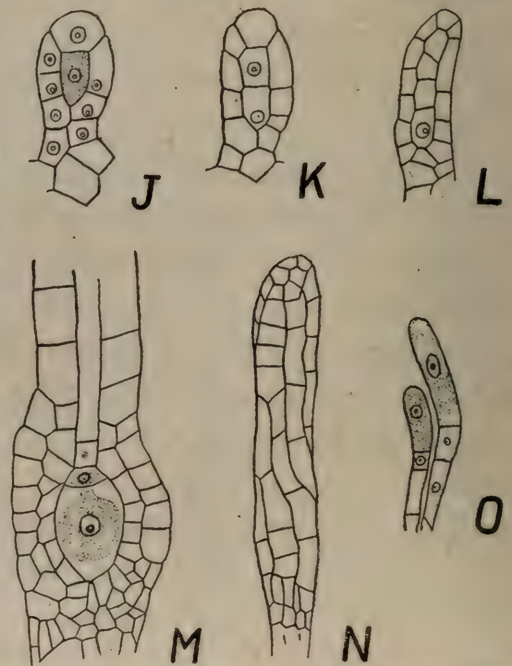


图 159. 葫芦藓雌配子器发育次序图：*J*—*M*. 从小到大（成熟）的縱切面图；*N*. 表面观；*O*. 隔絲。（临 Campbell）

孢子体　雌、雄配子交配后，成为孢子体細胞。孢子体的第 1 次分裂是横裂，将 1 枚細胞分成上、下 2 枚。上、下細胞的第 2 次分裂都是縱裂，但与第 1 壁不成直角縱裂，而成歪斜縱裂。第 3 壁也是歪斜縱裂。如此，将上、下 2 枚細胞，各分为 3 枚細胞。3 枚細胞中有 1 枚两面分生的細胞，及 2 枚側旁細胞。因此，幼孢子体的生长，是同时

向上、下两方面相背进行的。通常,胚胎上部的分裂必較下部为规则,而生长也較迅速。不久,成一长形的构造。每1枚細胞又进行切綫分裂,成为蒴內层与蒴周层2部分。日后,孢蒴最中央直立的蒴軸、貼于軸周圍的內孢囊以及环繞于內孢囊周圍的孢原,这儿部分都是从蒴內层分化而来的。孢蒴成熟之前,孢原自行分化成为产孢細胞。以后,經过孢子母細胞、減数分裂、四分孢子各步驟后,各自分裂成为孢子。蒴周层的細胞也自裂成內、外2层,外层的細胞比較大,內层的比較小。大的分化成蒴壳。小型細胞而近于外周的,当蒴膨大时被拉成疏松絲条状的組織,叫做外孢囊。在蒴下半部的細胞,并不分化成产孢組織,而細胞之間普遍发生空气隙。在最中央的細胞,分化成一丛綫状絲条,与蒴軸相連接。圍貼于外孢囊的細胞,通常自行切綫纵裂,結果成为3层。葫芦蘚的蒴柄及蒴托的分化,較其他蘚类为迟。先是,蒴托各部分反比較上、下各部分为粗大,蒴柄分化时在柄及孢蒴交界处特别膨大,这就成了蒴托。在托以上的部分是蒴,在下面的是蒴柄。蒴柄細长,其基部向下生长,进入配子体植物莖的頂端組織中,成为基足。蒴柄的构造頗有分化,中部有簡单的中柱,內有小型薄壁細胞,是导水組織。圍于其外周的有厚壁褐色細胞,哈伯朗[Hapurlandt 1928]称它为无維韌皮組織,居最外的是皮层細胞。皮层細胞也具有厚壁。且愈至外周,其形愈小。蒴托內部細胞的生长虽不很規則,且无孢原,但其层次与孢蒴中相似,也很分明。蒴托表面有气孔,但其保卫細胞中間裂縫的长度不达到两端(图160. *P*—*U*)。当孢蒴发育到能够辨别时,蒴盖的分化卽行开始。在孢蒴与蒴托之間,圍于蒴的四周成1陷凹的圈环。在圈环以上的部分成为蒴盖。蒴盖与孢蒴交界处的細胞比較狭小,日后两部分卽由此分离。产孢細胞发育到口为止,并不达到蒴盖,因此,全体的构造成1筒状(图160. *U*)。蒴齿层孢蒴成熟时,水分上升被阻,逐渐变干,除壳的厚壁細胞与孢子而外,所有薄壁及柔軟細胞完全干毁。生于蒴口的蒴齿細胞,因其側壁与横壁消失而裂为两层,便成为蒴齿。蒴齿对于水分的反应非常敏銳,湿时向內弯曲,干时回到其原来向上直生的位置,因此,将孢子带出蒴外(图160. *T*)。 蒴帽 葫芦蘚的蒴帽,下口大而頂端尖細,上部細胞是厚壁的。全部是雌配子器的頸部所构成。此蘚的孢蒴,弯曲下垂。蒴盖偏于側旁(图160. *U*),因此叫做葫芦蘚。

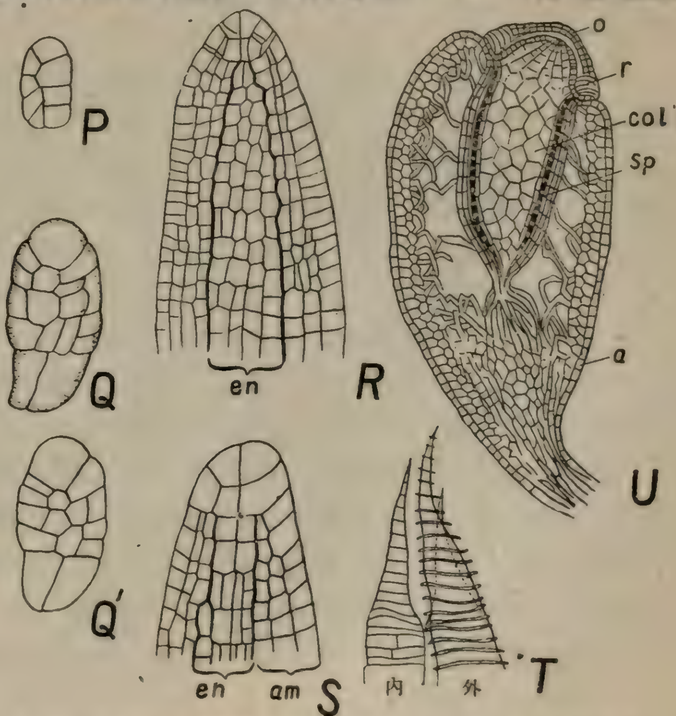


图160. 葫芦蘚的孢子囊及胚胎: *P*. 幼胚纵切面; *Q*—*Q'*. 較老的胚胎外形及內部构造; *R*—*S*. 更老的胚胎頂部切面; *T*. 蒴齿的一部分; *U*. 蒴的纵切面。*en*. 內层; *am*. 周层; *o*. 蒴盖; *col*. 蒴軸; *r*. 蒴齿; *sp*. 孢子; *a*. 蒴托。(據 Campbell)

生长环境 蘚类多半生长于蔭湿之地，葫芦蘚分布很广，欧洲、北美洲以及我国各地都普遍生长。

大金发蘚(*Polytrichum commune*)

配子体 大金发蘚是蘚类中大型的，其配子植物体下有假根，上有莖干，莖可分地下及地上两部分。地下莖之旁，生长退化的鱗片3行。生于地上的莖有叶，叶披針形，无叶柄，有中脉，中脉的分化不达到叶的尖端。叶成复瓦狀排列。叶緣通常卷向叶面。叶的下表皮分化明显，表皮的外壁特別厚且有角質层。叶的內部細胞可分2种，1种是小型而長的厚壁細胞，另1种是管胞狀的薄壁細胞。2种相間而生。后者分化后成条狀排列，其功用是輸导水分。叶的上面生長向上直立的薄层构造，內含綠色細胞(第三編卷首图 *B*)，是行光合作用的組織。

莖的构造可分表皮层、下皮层、皮层、“維管束”、“叶迹”等組織。維管束的构造可以認为是簡单的同心維管束。其中心有管胞狀的导水細胞，周圍有小型厚壁的韌皮細胞，且有明显的叶迹，其分布的狀況与高等植物相同。蘚类的木質部組織，哈伯朗 [Hapurlandt 1928] 称为无維木質部，其韌皮部則称为无維韌皮部。

眞蘚(例如，大金发蘚)的莖虽具有分化，但“維管束”的周圍幷无特殊分化的中柱鞘或內皮层等組織。

“蘚花”或“花序” 本科蘚类的“蘚花”尤以生長雄配子器的最为显著，雄配子器周圍叶片的顏色和形狀，与其余的叶片完全不同。此种特化的叶片，体型較闊而薄，且带紅色。雄配子器丛生在它的中部。莖的頂細胞幷不分化成雄配子器，而仍能継續向上分裂生長。雌配子器也是丛生，且有人認为是枝特化而成的，因此蘚类的“花序”是1种复杂的构造。雌配子器也是燒瓶式而有長頸。

孢子体 孢子体有极長的蒴柄，下面有小型的基足。基足伸入母植物組織中。蒴柄的上端有明显的蒴托，再上面則是孢子囊。孢子囊又名孢蒴。孢蒴本身的上端有蒴蓋。蒴蓋之下有口，口的边緣有蒴齿，大金发蘚具蒴齿1层，齿数16，32，或64枚。蒴齿之上，有1层細胞，复蔽蒴口，与鼓皮相似(第三編卷首图 *A*，*C*—*D*)，此薄层叫做上隔层。蒴的中央有多細胞的蒴軸，四周有孢子层及疏松的綠色組織。再外則是孢子囊壳的組織，最外是表皮組織。

特点 大金发蘚的孢蒴常呈方柱形或六角形，蒴蓋正生于頂端。蒴未成熟时，有上隔层复蔽蒴口(第三編卷首图 *A*)。叶的构造极为特別，有向上生長的綠色組織。雄配子器頂端的无色透明細胞为数很多。其气孔的构造有3种：(一)具1枚保卫細胞，(二)象高等植物那样，具2枚保卫細胞，(三)保卫細胞各自横裂，共成4枚。

生长环境 金发蘚科植物多半生長于山林蔭湿土地上。

寄生种类

烟杆蘚属(*Buxbaumia*)

配子体 蘚类也有营寄生生活的，如烟杆蘚之类就是。其原絲体虽仍含綠色，但其莖、叶的

綠色完全退化。假根的壁极薄而无色，且常常自相通連成为工字形的构造，也有組成网状与普通菌絲很相类似的。

雄配子器 雄配子器圓形而有长柄，直接自原絲体生長，外部有1个綠色蚌壳形的苞包蔽着，此苞也可以被認为是它的唯一的叶片(图161. *A*, *B*)。

雌配子器 雌配子器生于雌配子植物的頂端，此植物体虽很短小，但有莖、叶的分化。叶的分化与苔的叶相似。短莖的頂端叶片密生，都无綠色，雌配子器被包圍于內。

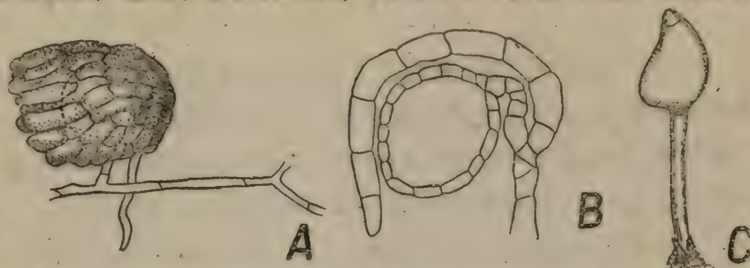


图161. 烟杆藓：*A*. 原絲体上生長的雄配子器；*B*. 雄配子器纵剖图；*C*. 全植物体，上部是孢子囊。(临 Goebel)

孢子体 孢蒴大而构造繁复，与其余的蘚类相同，也有蒴齿等等。蒴斜生，下部的一边特别膨大，蒴內也有疏松組織和行光合作用的綠色等等組織，綠色組織在蒴上方感光部分的尤为发达(图161. *C*)。

生长环境 此蘚生长于腐烂木质及富于有机物质的土壤中。

蘚类提要

(1)蘚类分为泥炭蘚、黑蘚、眞蘚3目。 (2)泥炭蘚兼具蘚与苔两类的特性，黑蘚为介乎角苔、叶苔、泥炭蘚、眞蘚之間的植物，眞蘚是最特殊的种类。 (3)泥炭蘚由孢子萌发成为原絲体，不久，分化成为扁平体，此現象与腋蒴叶苔相似。黑蘚孢子萌发时，先分化为原始球状体，与其他蘚类相似，其扁平的叶状体則象泥炭蘚，成綫状的則似眞蘚，眞蘚的原叶体通常是絲状体，但也偶有成叶状的。 (4)此3目的配子植物体、配子托都是直立的，还具有枝、叶及倒金字塔形的頂細胞，所以是很一致的。 (5)泥炭蘚的雌配子器与頂蒴叶苔相似，由旁枝的頂細胞所发生。黑蘚的雌配子器則是枝端的頂細胞分化而成，眞蘚的也由頂細胞分化而成。 (6)泥炭蘚的雄配子器成球形，有長柄，而生于叶腋。黑蘚則雄配子器生于頂端，与眞蘚相似，但外形似泥炭蘚。 (7)泥炭蘚的孢子囊中的产孢組織成复皿状，很象从蒴周层分化而来，以及其伪足蒴柄各点，均大大不同于一切蘚类。黑蘚的产孢組織由蒴內层分化而来，与眞蘚相同，但有伪蒴柄則为泥炭蘚的特征，且孢子囊开裂成4瓣則很象叶苔。眞蘚的孢子体有長柄，有各种特化的构造，产孢組織并不复盖蒴軸的上部等等，均与泥炭蘚、黑蘚不同。

第四章　苔蘚植物的演化

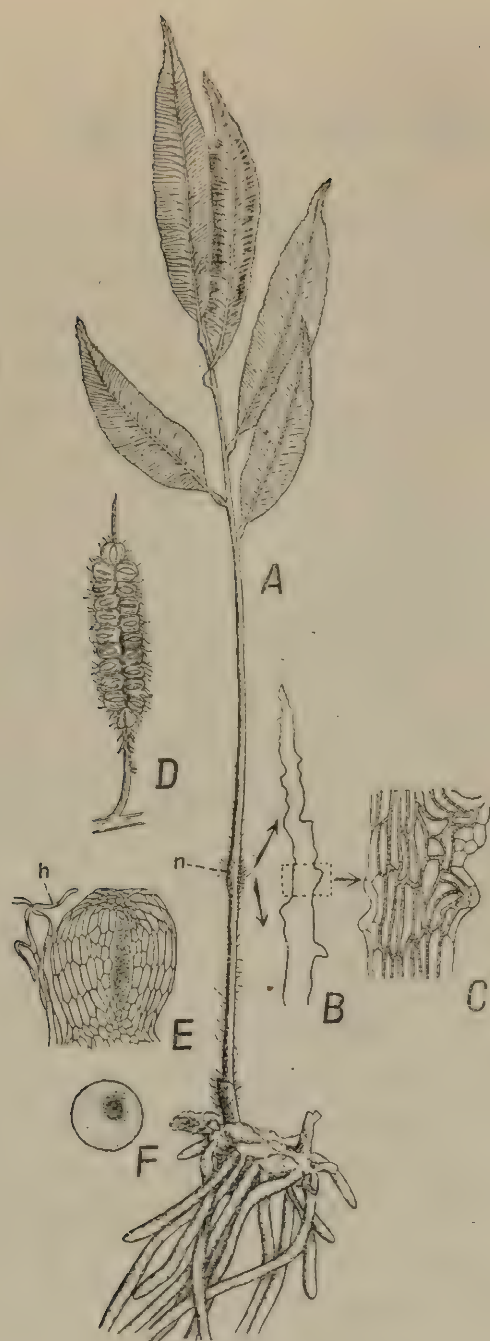
苔、蘚2綱共成1群，而实分2支。彼此关系如何，很少有定論，更因为它們沒有經济价值而体积又很微小，所以不为学者所重視。因之，研究的人不多，以致形态方面未能完全被人知道，要了解全豹，还有待于今后学者的努力。但依据現在和过去的报告，关于苔蘚演化的意見大致可分进化与退化二派，也有特殊見解介于二派之間的。玆略述一、二，以供讀者参考。

(一)进化派学說　鮑威[Bower 1908]等認为陆生植物导源于藻类，其进化的过程，由于孢子体中原来可以分化成孢子的組織，逐漸敗育成为他种組織。換句話說，即孢子的产量因退化而減少，而其他組織与构造反而增进。因此，如果把这种現象叫做“进化的敗育”，那么，也未尝不可。現在陆地上生長的高等植物，无不由这种現象演化而来，而苔蘚植物实为水陆两类的过渡者，鮑氏“进化的敗育”学說尤为一般学者所推重。鏗貝尔[Campbell 1905]認为苔类是出自綠藻中的絲藻目。其进化的过程与鞘毛藻孢子体的发育相似。因鞘毛藻的孢子体在萌发之前，分化成多細胞的球团，这是孢子体形成的开始，与頸卵器植物群中最簡单的錢苔孢子体发育的初期很相类似。

(二)退化派学說　魏特斯丹音[Wettstein 1935]、姬博尔[Goebel 1905]等，对于苔蘚植物是介乎藻类与蕨类間的种类，虽有相同的見解，但对于苔类与蘚类演化所持的意見則与鮑威等相反。認为今日的苔类实由构造复杂的植物退化而来，也就是“进化的敗育”的現象。而苔类中比較簡单的，反导源于有分化的。客霞薄(Kashyap)[Fulford 1948]还說，无分化的苔类是由叶状的退化而成，下等的实由高等的退化而来，且竟說高等的則由蕨类退化而成。近来赫祀司(Harris. F. M.)[Fulford 1948]发現具有叶片而直立生長的苔类化石，这样，更加証明了苔类是退化而来的种类。最近，塔赫他間(А. Л. Тахтаджян)綜合了很多古植物学者的結論，認为苔类导源于裸蕨植物門，而蘚类或者是发源于已經絕灭了的叶苔类植物[胡譯: 1954]。

(三)折中派学說　冷特博士(Land. W. J. G.)認为，苔类植物既少化石，而在演化上的过程次序又很完全，从簡单进至繁复的种类无不具备。其主要植物体是配子体而非孢子体，且是陆生而非水生，而蘚的孢子体又特化过甚，今日的高等植物断非所出。綜合上述数点可以决定苔蘚植物既无来源又无所出，实为自成一支的“近世古植物”。因为在构造方面象雌配子器等与蕨类等相似可說是古，但既少化石而进化的步驟又是次序完整，則是新的証明。近年伊母斯[Eames 1936]所說，古代原始維管束植物导源于藻类，而苔蘚与它們无关，这和冷特所說的可謂不謀而合。

第四編　蕨类植物



第四編　卷首图

馬蹄蕨（*Archangiopteris henryi* Christ et Gies.）：*A*. 全植物写生图；*B*. 鱗片；*C*. 鱗片一部分的放大图，表示厚壁細胞及薄壁細胞；*D*. 沿叶脉而生的孢子囊群；*E*. 放大的孢子囊，表示子囊壳的构造及其裂縫并孢子囊旁的隔絲；*F*. 孢子及其細胞核与核仁，*h*. 隔絲；*n*. 膨大的构造，（臨摹叶标本"王启无、刘英采自云南蒙自的标本，号数 82370"）

第一章　蕨类植物概論

蕨类植物（Pteridophytes）又名羊齿植物，是維管植物中的一群。其单倍、双倍植物体的生长，各自分离。有性、无性世代的交梼，明显不乱。其双倍的孢子植物体有根、莖、叶与維管束的分化。維管束之中又有韌皮、木質、中柱鞘等組織的形成，其外，还有內皮层包圍着。虽然现代的蕨类少有次生組織，但其初生的构造在进化上则与种子植物沒有什么高低的差别。孢子植物体的減数分裂在孢子囊內的孢母細胞中进行，单倍配子体的孢子由此形成。孢子因科、属的不同，而有圓球、二面、四面，以及同形、异形种种分别。配子植物体簡单微小，沒有什么分化，或是薄片状，或成块状体，或作綫体而分歧，也有分裂滋长而不出孢子之外的。雌、雄配子器同体或异体而生，同体的雌、雄配子器的发育时期又常有先后之别。雌、雄配子器的外周，都有不育細胞包圍和保护着。器所生长的地位，又依种类而各有不同，有的下陷于配子体的組織中，也有高出于外的。雄配子进入雌配子器而进行交配，然后分化成为胚胎，发育成幼苗。因为它們有胚胎，所以有人将它們称为有胚植物（Embryophyta）。

莖的解剖

蕨类植物种类繁多，构造复杂。莖部維管束中木質、韌皮两部，生长式样之多，尤非其他植物所可及。現在摘其主要的，略述如下：

甲　初生构造　1. 分生組織　蕨类的分生組織多半是1枚单独的頂細胞，各种組織都从它分化而出。此細胞具四平面，形状和1个倒立的金字塔相似。　2. 表皮层　莖部最外层的細胞，概称表皮层。蕨类表皮层的发生是直接从皮层分裂而成，并非由幼莖尖端的表皮原所分化。所以表皮与皮层之間，界限参差不齐。表皮的式样也因莖的差异而不同，在同一莖部，其地下部分与地上部分也不相同。毛和气孔通常具备，但也有不具备的。　3. 皮层与基本組織　介乎表皮与中柱之間的組織，是皮层組織。莖內中柱分裂过甚，維管束散布生长，髓部与皮层的界綫无从分划时，则維管束之外，概称基本組織，而不分皮层与髓部。蕨类的皮层細胞，全部的构造完全一致，或內、外的分化不同，而有內部和外部皮层的分别，甚至有多到3层的，象松叶兰属（*Psilotum*）。松叶兰莖的外部皮层是具有叶綠粒的薄壁組織或厚角組織，中部皮层是厚壁組織，而內部皮层则又是薄壁組織。蕨类皮层中都有叶迹。叶隙的有无要看种类而定，通常叶型小的无叶隙，大的才有。內皮层除蕨属（*Pteridium*）与卷柏属（*Selaginella*）而外，通常仍旧認为皮层最內部分靠近中柱的組織，其上有条状加厚的凱氏帶。蕨类的莖中，尙有內生和外生两种內皮层。外生內皮层就是普通生长在皮层最內部的。而內生的则是发生在髓部外周的特殊的內皮层。　4. 中柱　蕨类中柱式样，是植物界中最多的。現在选取主要的分别叙述于下：（一）原生中柱　中柱的中

央全部細胞分化成木質部，而韌皮組織圍繞在外周。 (二)管状中柱 中柱中央的薄壁細胞并不分化成木質部，而成髓部。髓的外周通常具有內生內皮层。 (三)双韌管状中柱 韌皮部分內生、外生两层，夹生在木質部的內、外两周。 (四)网状中柱又称分裂管状中柱 此中柱是有多裂的管状中柱。 (五)分体中柱 分裂管状中柱的維管束，由筒状的排列，分化成为分散在莖內，不規則的生长。在同一蕨类植物的体內，从幼苗到达長成，其中柱的形式也有分化。譬如，最初是原生中柱的，当植物体漸長，中柱的形式也随之而更改，可由原生的成为管状、网状、最后分裂成分体的。一般來說，蕨类中柱的构造，最初幼小时一概是原生的，其后如何，要看种类而定。有始終是原生中柱的，也有成管状甚至成分体中柱的。中柱的外圍一概有中柱鞘。 5. 木質部的分化 蕨类木質部的分化，可分为外始、中始及內始3式。外始式的，木質部細胞的成熟，自靠近中柱鞘的內周开始，而逐漸及于莖或根的中央。这就是說，先分化和先成熟的原生木質部在中柱外周，而后分化和后成熟的后生木質部在內周。內始式与外始式恰成相反方向，其原生木質部在中柱的內周，而后生木質部反而在外周。中始式是后生木質部，圍繞原生木質部而生。关于中柱形式及木質部的分化，学者一致認为，原生中柱及外始式的木質部是最低下，分体中柱及內始式的木質部是最进化的。

乙 次生构造 古代蕨类都有次生組織，次生組織的來源有二：其一是初生形成层，由此分化的是次生木質部及次生韌皮部。另一种是木栓形成层。木栓組織由此而分生。現代蕨类很少的具有次生組織，仅仅水韭属(*Isoetes*)、阴地蕨属(*Botrychium*)、七指蕨属(*Helminthostachys*)等才有。水韭属与阴地蕨属都有初生形成层，而阴地蕨属还有木栓形成层。

根的解剖

甲 初生构造 1. 頂端分生組織 蕨类根部的分生組織与莖尖相同，多数是1枚单独的倒金字塔形細胞。 2. 表皮层 表皮組織与皮层的分化很不明显，根毛由表皮細胞凸出延長而成，通常是单細胞，少有复細胞的。发生于根基部的根毛及莖表面的毛，也有自相穿織成为圍繞在莖外的寬厚的假薄壁組織层。 3. 皮层 皮层組織有全部細胞构造一致的，也有分为內、外2层的。如果分成內、外2层，那末，在外周的通常是薄壁細胞，而在內部的是厚壁細胞。皮层最內的組織是內皮层。 4. 中柱 中柱鞘处于內皮层的內周，成为中柱的外圍組織。根內木質部与韌皮部是相互而生，叫做間隔排列。中柱的式样仅仅是原生中柱，沒有其他式样。而木質部的分化一概是外始式。其原生木質丛的多少，很不一致，有单原型、二原型、三原型、四原型等等。

乙 次生构造 蕨类的根部很少发生次生組織，有这种組織的仅仅是阴地蕨属、七指蕨属、山馬蹄属(*Angiopteris*)、观音座蓮属(*Marattia*)等。在这几属蕨类的根部，其皮层的外周有木栓形成层。至于次生維管組織，除少数古代蕨类而外，很少有发生的。

叶的解剖

甲　初生构造　1. 表皮层　蕨类植物的叶，无論大小，都有表皮层、叶肉与維管束（叶脉）三部分。叶的表皮組織与莖內相彷彿，它和皮层的分别比較明显。叶片两面的表皮或相类似，或有不同。气孔通常在叶的上、下 2 面都有发生，也有发生于脉間隙的。除气孔而外，另外发生毛、刺、蜜腺、排水器等构造。　2. 叶肉　叶内通常有叶肉，叶肉通常分布生長在中脉附近，但偶有不达到叶緣或某一部分的。叶肉細胞通常沒有什么分化，但也有分作栅栏組織与海綿組織的。叶肉中常具有气隙或气室，也竟有具气道或胶質管以及其他特殊細胞或构造的。　3. 中柱　蕨叶的中柱或有或无。通常单叶具单中柱，而对分叉的叶則具中柱 2 条。中柱的外周具有內皮层及中柱鞘。也有无鞘的。韧皮組織有圍繞木質組織而生长的，但通常生于木質部的下方。也有韧皮部的分化限于叶的基部，而木質部单独分化达到尖端的。小叶蕨类，其叶片既小，而維管束又更細微，因此，原生木質部与后生木質部的分化，很难辨别。根据书籍所載，蕨叶木質部的分化虽有外始、中始、內始 3 式的不同，而实际上在此纤小叶脉中能够或不能分辨，无关重要。而大叶蕨类的叶脉构造与分布是很繁复的。有的因叶片退化而退化。也有的生长密接，彼此不分。而初生、后生木質部与韧皮部的分化，有些是很明显可观的。

乙　次生构造　叶部通常沒有次生組織，但也偶有发生的。阴地蕨叶柄的基部，具木栓組織。山馬蹄等則发育木栓与皮孔。

孢子囊

蕨类植物孢子囊外形各异，有圓球、腎脏、囊袋等各种样式。通常膨凸高举生長于孢子体之上，罕有下陷其中的。减数分裂在其中进行，結果，囊中产生孢子。孢子囊生在枝子的頂端（裸蕨綱）或是叶的边緣与背部及面部。在小型叶类各科、属中，子囊通常近軸而生于叶片上面。在大型叶类則生于叶的边緣或远軸而生于叶片下面。　孢子囊的形成　蕨类因孢子囊构造与形成的不同，而分成厚囊（例如，Eusporangiatae）与薄囊（例如，Leptosporangiatae）2 类，前者囊壳具有細胞多层，后者仅具 1 层。发育之前，2 类的原始細胞都沒有什么不同。厚囊的第 1 次分裂是横断分裂，将原始細胞横分成上、下 2 枚，在上面的是初生囊壳細胞，在下面的是孢原。初生囊壳細胞横断或垂周分裂多次，成子囊壳多层（石松）或一层（紫萁）。孢原分裂多次，成为孢母細胞，行减数分裂后，成为四分孢子，最后分散成孢子。薄囊蕨孢子囊的原始細胞最初也行横断分裂，成为上、下 2 枚細胞。在下面的是杆細胞，由此，可能再行横分几次，日后成为孢子囊的杆。上細胞行魚鱗式的斜分数次，結果分成 1 枚生长在頂端的倒金字塔形具有四平面的細胞，由此横断分裂成上、下 2 枚，在上面的叫做外細胞，日久分化成子囊壳。在下面的叫做內細胞，卽孢原，日后分

化成产孢組織，而最終成为孢子(海金砂科)。 絨毡层 紧貼子囊壳內周的組織，叫做絨毡組織。此組織并不产生孢子，而是不育組織。 柱体及隔片 在孢子囊中，除产生孢子的細胞外，也有发生其他不育組織的，譬如：隔片(水韭)，中央短柱(杭尼蕨 *Hornea*)及孢子原下垫(石松)等。环带 子囊壳的細胞，有的細胞壁特别加厚，这些細胞就成了特殊的构造，叫做环带。孢子囊的开裂常常依賴此种构造。环带的有无及其式样如何，与生長的位置等等，都各因科、属、种、类而有分别。山馬蹄属(*Angiopteris*)及小叶蕨类的孢子囊都沒有环带。紫萁属(*Osmunda*)的孢子囊沒有杆，具环带而不很发达。海金沙属(*Lygodium*)的孢子囊也沒有杆，而环带只生于子囊的頂端。芒萁骨属(*Dicranopteris*)的孢子囊也沒有杆，而环带发达成一完全的圈带，横繞于子囊的中腰。蕨属(*Pteridium*)与鉄綫蕨属(*Adiantum*)等的子囊具有長杆，而环带縱繞全囊。此外，我国特有的瘤足蕨属(*Plagiogyria*)其子囊及环带的构造，与其他水龙骨科(Polypodiaceae)蕨类虽然相同，但其縱繞的环带到了子囊的底部，常常略偏斜而不与子囊杆相接触。 子囊群 真蕨每一片孢子叶所产生的子囊为数繁多，通常每几个子囊自成一群，生在一处的子囊，叫做子囊群。如果，外表是1个单独的子囊，而內部分为几室的，則叫做聚合囊。 孢子的体型 蕨类除产生同型孢子的之外，也有的在同一植物产生大小不同的孢子，象：卷柏属(*Selaginella*)、水韭属(*Isoetes*)、苹属(*Marsilea*)等都是。大孢子产生于大孢子囊中，雌配子体由此发育。小孢子产生于小孢子囊中，雄配子体由此发育。大、小孢子囊的体积有别(滿江紅等)或无别(卷柏)，而孢子的体积与产量則必有不同。小孢子体积必定較大孢子小，而其产量必定較多些。

蕨类植物的分类

近30年来，蕨类化石的发現日益增多。蕨类与其他植物的关系，漸趋明确。以前認为不相連續的种子植物，已与蕨类成为不可分离的1群。所以，全部維管植物可以分作下列3群：

〔一〕(1)松叶兰植物群(Psilopsida)，內分石松(Lycopodiales)、卷柏(Selaginellales)、鱗木(Lepidodendrales)、普罗洛米亚(Pleuromeiales)、水韭(Isoetales)5目。(2)楔叶植物群(Sphenopsida)，內分哈尼蕨(Hyeniales)、楔木(Sphenophyllales)、木贼(Equisetales)諸目。(3)蕨类植物群(Pteropsida)，內分眞蕨类植物(Filicinae)、裸子植物(Gymnospermae)与被子植物(Angiospermae)。 〔二〕也有的主張暂时仍旧保存蕨类与种子植物，而将以前所举的分为裸蕨(Psilophytinae)、石松(Lycopodiinae)、木贼(Equisetinae)、眞蕨(Filicinae)4綱。〔三〕更有的分为裸蕨、石松、松叶兰(Psilotinae)、关节(Articulatae)、眞蕨5綱。 〔四〕此外还有人依叶形的大小，先分为2大类，然后再分綱、目。 〔五〕关于現代眞蕨的分类，意見紛紜，系統繁多：(1)有些人主張分眞蕨为厚囊蕨及薄囊蕨2亚綱(Eusporangiatae, Leptosporangiatae)，属于前亚綱的有瓶尔小草(Ophioglossales)及观音座蓮(Marattiales)2目，属于后亚綱的有眞蕨(Eufilicales)，槐叶苹(Salviniales)2目[Verdoorn b 1938]。(2)也有人将眞蕨作为綱而分瓶尔小草、观音座蓮与眞蕨3目[秦 a 1940]。(3)另外有的将以前的人認为属于水龙骨科(Polypodiaceae)的一些蕨类，分

作33科[秦 a 1940]。(4)此外有以孢子的同型或异型与植物的水生或陆生，用作分类的标准，但最近也逐渐有人主張不如此分的[Eames a 1936, Verdoorn b 1938]。

第二章　石松綱(LYCOPODIINAE)

本綱特征　本綱植物的孢子植物体具根、莖、叶的分化。叶是小型的单叶，螺旋状生长在枝、莖上，无叶柄，通常仅具1条中脉。中柱的构造有原始、管状、网状、分体等式。孢子囊单生于叶的上面，是近軸的。

石松目(LYCOPODIALES)

本目特征　石松目植物一概具有小型叶片，是小叶蕨类。有叶舌或沒有。莖通常分枝，直立或匍匐，孢子囊靠近叶的基部，近軸生长。营养叶及孢子叶的构造沒有什么分别。孢子囊单生，具壳細胞数层，是厚囊式的。配子体的体积微小，成块状，或在孢子之內发育。本目植物有按叶舌的有无，而分为无叶舌、孢子同型(Eligulatae, Homosporeae)亚目，及有叶舌、孢子异型(Ligulatae, Heterosporeae)亚目。

无叶舌(孢子同型)亚目

石松属(*Lycopodium*)

孢子体　莖　石松属植物都是多年生草本，莖細长，成二叉分枝式，直立、半直立或匍匐生长，也有成地下莖、纏繞他物或附于高树枝干垂悬而生长的。　叶　莖上密生小型单叶。叶披針形，无叶柄，有中脉而长度达不到叶的尖端，具鋸齿，作螺旋、輪状、相对或不規則的排列。孢子囊　孢子囊腎脏形，单独生长于孢子叶上面的叶腋中。凡生于叶上面的孢子囊，都称为近軸子囊(图162. *A—B*)。　孢子叶　孢子叶与叶的外形相同或不同。各种石松孢子叶的分化，各有不同。有全部叶片都是孢子叶的(长叶石松 *L. pithyoides*)，或叶与孢子叶分段間隔而生的(蛇足草 *L. serratum*)，也有孢子叶仅生于枝端的(湿地杉兰 *L. inundatum*)，更有孢子叶相当特化而集生成棒状的孢子叶球的(石松 *L. clavatum*)。而最进化的則是扁叶石松(*L. complanatum*)，其孢子叶球下部的莖，竟特化为細长的孢子叶球梗。梗部的叶都特化成为稀疏小型的苞片(图162. *C—G*)。　根　石松的主根不很发达，当幼苗能独立生活后，卽多死亡，而普通所見生长于枝、莖下面的，都是不定根。不定根单生或丛生，成明显的二叉分枝式或不成二叉分枝式，根有根冠。而陆生的，根毛很发达。

內部构造　(1)莖　分生細胞　莖的尖端具有丛生的分生細胞几枚。凡表皮、皮层与中柱都是由这些細胞形成的。而这3种組織在石松莖中，都分化明显。　表皮层　表皮层含1层細胞，具有气孔。　皮层　各种石松皮层的厚薄不很相同。細胞的构造也不一致。有的是永远柔軟的

薄壁組織。也有的分为內、外2层,而分化成薄壁与厚壁两种組織。此外,还有全部細胞硬化,成为厚壁組織的。 叶迹 在皮层之內,常有叶迹,由皮层斜出分化,而达于叶內。 內皮层 內皮层处在皮层的內周,其細胞具有加厚的凱氏带。 中柱 中柱鞘在內皮层的內周,通常含細胞3—6层。在它以內的是維管組織。幼莖的中心无髓,一概都是原生中柱,而木質部的形成則

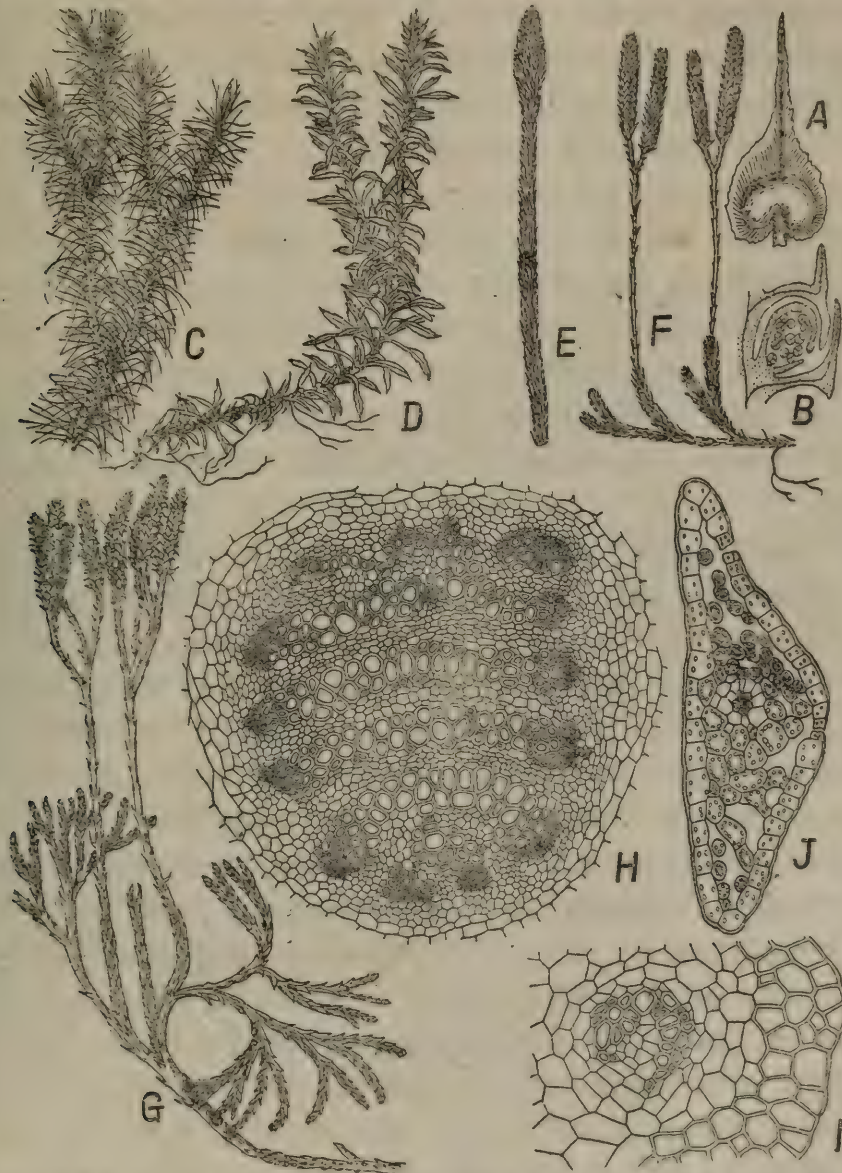


图162. 石松及其解剖: *A*. 石松(*Lycopodium clavatum*)的孢子叶与近軸生长的孢子囊; *B*. 石松孢子叶球一部分的纵剖面,表示:孢子叶、孢子囊与軸的关系; *C*. 长叶石松(*L. pithyoides*); *D*. 蛇足草(*L. serratum*); *E*. 湿地杉兰(*L. inundatum*); *F*. 石松(*L. clavatum*); *G*. 扁叶石松(*L. complanatum*)的写生图; *H*. 扁叶石松莖之横断面,表示:輻射中柱內部原生及后生木質部与韌皮部的生长与构造; *I*. 蛇足草根的横断面,表示:单原型的中柱构造; *J*. 石松的一种(*L. volubile*)叶的横剖面,表示:中柱、叶肉、表皮組織、气孔及叶綠体等。(*A*. 自 Strausburger 临 Shenck, *B*. 实物抽象图, *C*. 临 Coulter, *D*—*G*. 实物写生, *H*. 临石蜡切片, *I*—*J*. 临 Smith)

是外始式。原生木質部通常成 2—4 丛，但也有更多的。韌皮部与木質部相互間隔而生，成間隔排列。介乎韌皮部与木質部之間，有一狭层薄壁組織。此种中柱的构造，学者認为是最下等而原始的。石松幼莖的构造虽如上所述，但成长的石松其莖部的构造，則各依种类而有不同。有始終是原生中柱的，也有木質部自下而上，漸行分裂成为离散的編織中柱（也叫做分体中柱）。而韌皮部的組織，分开离散，夹杂混处于各个木質部之間。石松的木質細胞一概为两端尖斜的管胞。其后生木質細胞具梯形加厚的花紋。韌皮組織中有篩胞与薄壁細胞，篩胞的构造非常簡单，是延长的細胞，不过两端略为尖斜而已，篩板散生于側壁上，不象高等植物那样，集中生长在一定的部分（图 162. *H*） (2)根 石松根的构造与高等植物相同，也分化成表皮层、皮层以及中柱。据說（Land），也有根冠及根冠原。老根在外周的皮层細胞通常硬化，成为厚壁組織。中柱是原生中柱。木質部的形成是外始式。原生木質部丛多少不一，由单原型到六原型都有。石松的二原型的构造，与其他植物的不同，它的木質部長成一开口的管柱，而在口的两边各有原生木質部一丛，其余部分則是后生木質部（图 162. *I*）。其韌皮組織仅有一丛，而居于木質部的中央。 (3)叶 叶原基一概由 1 枚莖的表皮細胞分化而成。幼苗的第 1 个叶片通常沒有什么分化，且无叶脉。从第 2 个叶片起，开始发生中脉。脉不分枝，是原生中柱的构造。皮层发达或不发达。叶肉沒有什么分化。細胞成多角形，无胞間隙，或成圓形而有胞間隙。表皮层发达，气孔生于一面或两面（图 162. *J*）。

孢子囊 当孢子叶的細胞在幼小之时，孢子囊卽行发育。孢子囊发育之初，孢子叶上面靠近基部，而成一行排列的表皮細胞 3—7 枚，依孢子叶表皮的表面，行平周分裂，分成上、下 2 层。下层是日后孢子囊杆及孢子囊基部的母細胞，上层是导源孢子囊的細胞。上层再行平周分裂成为內、外 2 层，外层是孢子囊壳原始細胞，內层是孢原細胞。孢子囊壳原始細胞継續进行平周及輻射分裂，最后成为几层細胞。在外周的是子囊壳，最內的是絨毡层。絨毡細胞含有丰富的原生質，且常有多核現象。孢原經过多次分裂，成为孢母細胞，然后进行减数分裂而成为四分孢子，最后分散成孢子。孢子具四面。基部成球形或半球形，其余三面都成平面。孢子很小，直徑大概不过 0.03 毫米而已，色澤很淡，孢壁甚薄，光滑或具紋孔，也有具六角或网状加厚的。孢子壁上有隆起的脊，脊三叉分，孢子的三平面由此分隔。孢子含有少量叶綠素（图 163. *A—D*）。

配子体 石松的孢子謝落后，有的在几天之內卽行萌发，也有的延緩 3—8 年之久，方始萌发。由孢子萌发，到其成熟而发生繁殖器官，时間少的需要 8 个月，多的要 6—15 年。配子体生长的快慢与生理情况多少有些关系，能行光合作用的較快，其无色腐生的非常迟緩。孢子萌发之时，原生質体膨脹，外壁依脊綫而裂开。內壁由裂口向外鼓凸，孢子的原生質体先行分裂成为 2 枚細胞，其中接近孢子底部的比較小的 1 枚是假根細胞。假根細胞不久退化成为 1 枚空細胞。另 1 枚細胞分裂成为 2 枚，1 枚与假根細胞邻接的叫做基部細胞。另 1 枚是配子体的分生細胞。由分生細胞継續不断地分裂，便成为配子植物体。石松的配子植物体也称为原叶体。当配子体分裂到 5 枚細胞时，与它共生的菌类，开始侵入基部細胞中。配子体細胞受其刺激，才能継續分裂生长。成长的配子体，有的形状类似胡蘿卜而上部具分裂的冠部。也有的全体下部尖細、上部平闊，而具向上卷曲的边緣，如一盘形。不論配子体的形状如何，有性繁殖器官都生长在它的上部

(图 163. E—I)。 雄配子器 石松的雌、雄配子器同体而生，都生在冠部。雄配子器通常先行发育，而雌配子器則較迟緩。发育的次序是从冠的中央开始而漸及于边緣。在无色而腐生的种类中，雌、雄配子器則混合生長，雄配子器下陷于配子器的組織中或稍隆起。其体积的大小和产量的多少，虽在同一植物上，但也并不一致。雄配子器发育之时，原叶体冠部上面表皮細胞的生長特別迅速，此生長迅速的細胞，就是雄配子器原始細胞，或簡称雄配子器原。雄配子器原的第一次分裂是平周分裂。結果分成內、外 2 枚細胞。外細胞是雄配子器壳的原始細胞，由此分裂成为单层多細胞的壳。內細胞是雄配子細胞的原始細胞，由此縱橫分裂成为 1 团四方形的雄配子母細胞，由此产生雄配子。雄配子头尖，尾鈍，前端有纖毛。纖毛通常是 2 根，少有 3 根的（图 163. J—N)。 雌配子器 雌配子器除頸而外，全体下陷于配子体的組織中。生長在地下配子体上的，是細長管筒狀而具有長頸的。但生長在地上配子体上的，則体形較短。无論器的長短，其底部都有 1 枚雌配子細胞，在雌配子的上方則有 1 枚腹溝細胞，再上則是頸溝細胞。頸溝細胞的数目每因器的長短而有不同，在長頸的器中通常是 6 枚或較多，但也有多至 10—13 枚的。在短頸的器中，則通常只有 1 枚而已。雌配子器发育时，最初分裂的步驟与雄配子器相同。也由配子体的表皮細胞膨大，成为原始細胞，它的第一次分裂，也是平周分裂，分成內、外 2 枚細胞。外細胞是頸的原始細胞，由此分裂数次，成为几层頸細胞，每层含細胞 4—6 枚。內細胞先行平裂，成为上、下 2 枚細胞，在上面的叫做中央細胞，在下面的叫做基部細胞。基部細胞分裂后，成为器的底細胞。中央細胞自行平裂，成为原始頸溝細胞与原始腹溝細胞。前者居于上，而后者居于下。頸溝細胞由原始頸溝細胞分化而来。而雌配子与腹溝細胞則都是原始腹溝細胞所分化成的(图 163. O—Q)。

胚胎 石松的雌、雄配子怎样交配，尙无記載。关于胚胎的发育，往往因配子体的生态狀况而有不同。兹将地下配子体与地上配子体的胚胎发育情形，分别叙述于后： (1) 地下配子体的胚胎发育时，先由接合子，依雌配子器的縱切綫作横断分裂，成上、下 2 枚細胞。靠近雌配子器頸部的是上細胞，上細胞分化成胚的柄，称为胚柄。胚柄細胞分裂或不再分裂，通常延長少許而略将胚胎送进配子体的組織中。在下面而近于器底的另 1 枚細胞，則称为下細胞，幼胚第二次的分裂就在下細胞中进行。第二次的分裂是縱裂，与第一次的分裂恰成直角，此时，幼胚共有 3 枚細胞。幼胚的第三次分裂仍然是縱裂，但与第二次的分裂恰成十字形，幼胚至此共含 5 枚細胞。第四次的分裂則是横裂，幼胚經四次分裂后，共得 9 枚細胞，此时胚胎本身含 8 枚細胞，而这 8 枚細胞与日后幼植物的器官都有一定的关系。在这 8 枚細胞的上方而接近胚柄的 4 枚細胞，日后分化成足，叫做基足。基足伸長，进到配子組織中，有吸收和固定的作用。在下面的 4 枚中，靠在一边的 2 枚分化成莖，另外 2 枚分化成叶。而根則为日后所分化出来的，是由发生叶的組織形成的，而并不是直接由这 8 枚細胞发生出来的。如上所述，这是地下生長的配子体发育幼苗的步驟。 (2) 地上配子体的胚胎发育步驟，与上述情形略有不同，当幼胚分裂成为 8 枚細胞时，在上方的 4 枚細胞中，仅有 2 枚分化成基足，另 2 枚細胞分裂成为球狀体，这种球狀体叫做原球。原球的上部发生筒形綠色的叶狀物(也叫做原叶)。幼莖由各叶狀构造的中央或旁側生出（图 163. R—V)。

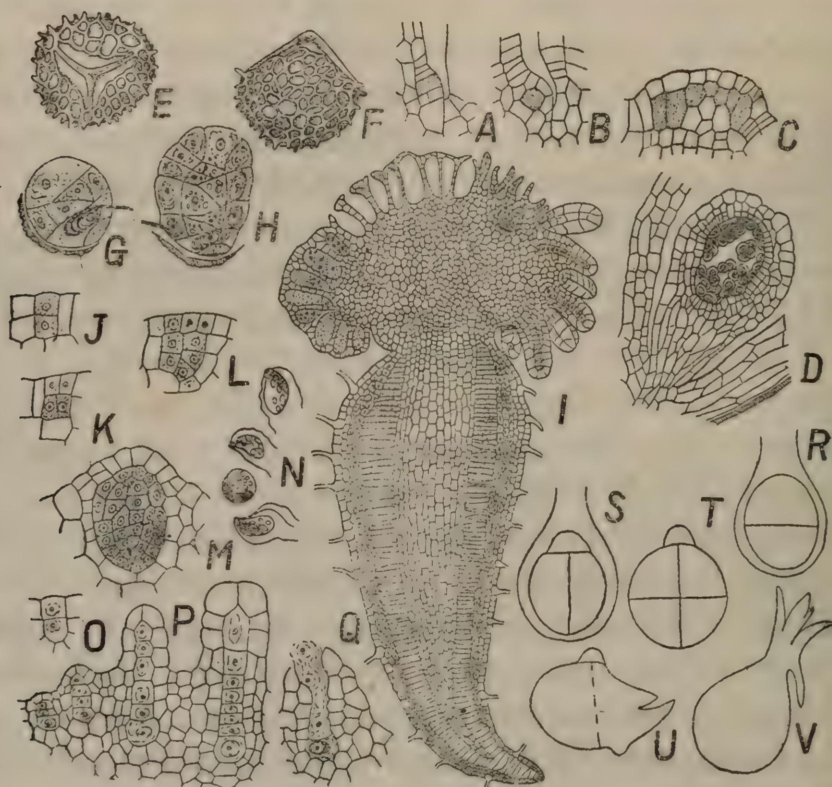


图 163. 石松的配子体及胚胎：*A—D.* 小杉兰(*L. selago*)孢子囊的发育；*A.* 子囊原始細胞开始由子叶面部发育(加点的就是子囊原始細胞)；*B.* 子囊原始細胞平周分裂为壁細胞与孢原(加点的)；*C.* 幼嫩子囊的纵剖面；*D.* 較老的子囊，表示：孢母細胞分散的状况，子囊壳最內的一层即絨毡层。*E* 和 *F.* 石松和扁叶石松的孢子图；*G—H.* 孢子的萌发，表示：內生菌类正由体外向內侵入原叶体細胞；*G.* 扁叶石松；*H. L. annotinum*；*I.* 扁叶石松成长原叶体的纵剖面；*J—N.* 扁叶石松雄配子器发育的步驟及其雄配子；*O—Q.* 扁叶石松雌配子器发育的步驟；*R—V.* 生长于地下的原叶体与其胚胎发育的步驟；*R.* 2 細胞时期；*S.* 3 細胞时期；*T.* 9 細胞时期；*U.* 多細胞的胚胎；*V.* 較老的胚胎。(*A—D.* 临 Bower, *E—F.* 自 Eames 临 Pritzel, *G—Q.* 临 Bruchmann, *R—V.* 临 Eames)。

生长环境 石松产生于山野树林中，我国南方各地都有分布。常見的有石松(*L. clavatum*)、扁叶石松(*L. complanatum*)、小杉兰(*L. selago*)、蛇足草(*L. serratum*)、垂悬石松(*L. carinatum*)等。石松的植物体除作为草药以外，沒有什么用途。但它的孢子则用途很广，在工业上称为石松粉的就是。为絕緣、翻砂和照明彈中必需之物。

舌叶蕨属(*Phylloglossum*)

孢子体 茎 舌叶蕨的孢子植物体很矮小，全体的高度不过 2—3 厘米而已。植物体的基部有 1 个卵状的肉質球块，叫做原球。 叶 細长的叶数条，輪生于原球上，叫做原叶。 根 根也是从球的上方靠近原叶基部之处发生的。根的数目是 1—3 条。根不发生旁根，且其維管束常常与叶脉相通連。 孢子叶球 由原叶的中央向上发生直立的杆是子叶球梗，梗的頂端生长子叶球。 孢子叶 孢子叶同穗式，黃色，短而闊，其上生长腎状的孢子囊。孢子叶在球的下层的

沒有柄，其孢子囊則具短柄，是近軸而腋生的。在球中部的孢子叶則具短柄，而孢子囊反而沒有杆。且由球梗生出，这样的孢子囊叫做莖源孢子囊。孢子囊的排列是每3个叶成1輪，但在球上端的則沒有什么次序。　孢子囊　孢子囊黃色，1室，子囊壳含細胞2—3层，成熟时成直縫开裂。　孢子　孢子黃色，具四面。上三面平而底面凸出，成半球形，具有网狀花紋(图164. *A*—*C*)。

內部构造　莖　原球基部的維管組織极不发达。基部之上，則分化成双韌管狀中柱，及至子叶球梗的基部，通常成为管狀中柱，因后生木質部圍繞原生木質部而分化。　根　根的构造非常簡单，中柱是单原型或二原型。原球的分生細胞生于球的上部頂端近旁，而不生在球的基部(图164. *D*—*G*)。

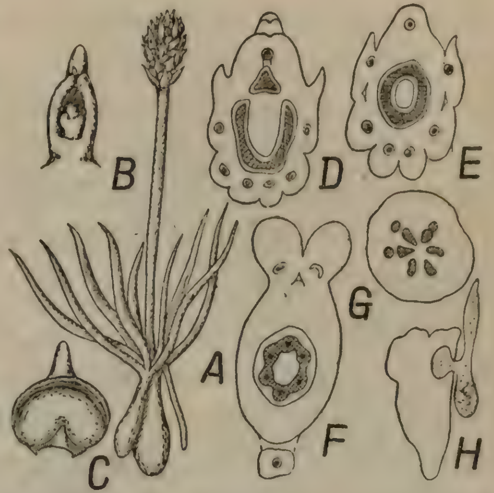


图164. 舌叶蕨(*Phylloglossum drummondii*): *A*. 外形，表示：基部的原球、細长的根、向上生长的叶，最上面的是子叶球；*B*. 球葉萌发的尖端部分，表示：外周的幼叶，內部的幼嫩子叶球；*C*. 孢子叶及子囊；*D*—*G*. 植物体横切面，*D*. 原球頂端部分，表示：中柱外周的一些叶迹与1个三角形大型的幼原球迹及校隙；*E*. 較*D*略高的部分；*F*. 子叶球杆的基部；*G*. 子叶球杆部分；*H*. 原叶体縱切面，表示：正在发育的幼孢子体(加点)。(*A*—*C*自Bower 临 Engler及Prantl，*D*—*F*自Eames临 Bertrand，*H*. 临 Eames)

配子体　配子体大概与含有綠色的石松相似。多半成管筒狀，長約2—6毫米，其上有不規則的冠部，冠生于地面上，綠色。地下部分有內生菌类和它共生。　配子器　雌、雄配子器同生冠部，它們都和石松相类似。雄配子如何，还未发現。

胚胎　此植物的胚胎，也与綠色配子体的石松相类似。基足留于配子器的地位。其叶与莖的尖端向下斜长，由原叶体之旁穿出。此时，胚胎的形狀很象一个筒，其后，筒的上部分化成原叶，原叶也有維管束的分化，下部膨大成球，就是原球(图164. *H*)。

生长地区　此植物的产生地区限于澳洲西南部、塔斯馬尼亚及新西兰。

有叶舌(孢子异型)亚目

卷柏屬(*Selaginella*)

孢子体　卷柏的孢子植物体是草本，具根、莖、叶的分化。　莖　莖匍匐、直立或是攀緣，通常纖小。叶型小，单生，鱗片狀，从圓形或卵形到尖长，成螺旋狀或交叉繞生在莖的周圍，在匍匐种类中，則多作四行排列，在上方的两行較小，在下方的較大。叶腋生长小片，叫做叶舌。匍匐莖多具根托，由莖的分枝处发出而向地生长，不定根由根托的尖端生出。　根　根与石松相似，其初生根不久即行枯萎，而日后的根都是莖的下面或根托尖端所发生的不定根。根一概是二叉分。

孢子囊　孢子囊通常腎脏形或倒卵圓形，少有扁平的，具短杆。孢子囊有大、小之分。大孢子囊的外形通常較大，綠色或白色，內有黃色、橙黃或石灰色的大孢子。小孢子囊的壳很薄，因小孢

子成熟时是紅、黃或棕褐色的，因此孢子囊也現色素。无論大、小孢子囊都是近軸生长于孢子叶上面，且居于叶的基部，而在叶舌之后。 孢子叶 孢子叶通常較营养叶小，而二者沒有什么差异，密集生长于枝的尖端，或1个四角形棒状孢子叶球。生长大孢子囊的孢子叶，叫做大孢子叶。生小孢子囊的，叫做小孢子叶。卷柏的大、小孢子叶同株同球，或异株而生，也有与营养叶相間隔而散生，不成球状的。如果是同球而生的，則又有大的在后，小的居前。也有整个孢子叶球只最后生长1片大孢子叶，而其余全属小孢子叶的。此外，又有由下而上，大、小孢子叶分开生长各成两行的(图165. *A*)。

內部构造 (1)莖 分生細胞 卷柏莖端具有1或多枚分生細胞，凡莖部組織都由此分化而成。 表皮层及皮层 表皮及皮层組織由1枚細胞分化而成，因此，它們实属同源。表皮組織含1层細胞，无气孔。皮层組織含几层細胞，細胞通常是多角形或圓形的薄壁細胞，其在外周的可能成厚壁細胞，凡是多角形細胞就沒有胞間隙，圓形的才有。 中柱 中柱也是由1枚单独的細胞分化而成，与表皮及皮层虽同为頂細胞所分化，但并不同源。中柱的构造从原生中柱到管状中柱都有。木質部的发育一概是外始式。木質部是管胞所构成，但也有的具类似导管的木質組織。韌皮部的构造与石松完全相同。 內皮层 卷柏的內皮层非常特别，皮层与中柱之間常有空隙，而內皮細胞自行分断成輻射排列，連接在皮层与中柱之間，因为它与其他植物不同，所以有横条的名称。 中柱鞘 居于內皮层內周的組織，叫做中柱鞘。卷柏的中柱鞘通常只有单层細胞而已(图165. *B*)。 (2)根 卷柏的根都很纖細。中柱很小。具木質与韌皮組織各1丛，是单原型。 根托 根托究竟是那一种器官，每人所說不同。因为它向地生长，无叶片，而認为它是根，且其地下部分的构造和根相类似。不过，它既无根毛，又缺根冠，并且和莖一样是外生发育的。而构造方面，地上部分的根托是一种特化的莖，因此，也可以承認它是莖。此外，还有人認为根托是一种特殊的器官。根托的尖端向地生长，由此发育眞根。但根托也可因环境的变更，而生长成为平常的莖。 (3)叶 叶的雛体称叶原基，卷柏的叶原基发生于莖尖附近，基原始細胞似乎由1枚表皮細胞分裂而成。当叶原基发育时，叶脉隨着分化，卷柏叶片只有1条中脉，其分布自叶的基部直达尖端。叶脉在莖內与中柱連接的部分則称为叶迹。卷柏叶的外周具1层表皮組織，气孔生于一面或两面。叶內細胞也有的分化成为栅栏与海綿两种組織。叶肉細胞彼此离开，形成气隙。細胞中含有1个或几个大型的杯状叶綠体。叶綠体之中，有棱形淀粉核状体。除卷柏而外，其他植物含此特殊构造的，仅仅水韭与角苔目苔类而已。 叶舌 叶舌是1个特殊的器官，其构造成舌状或扇状的小薄片，近軸而生于叶的基部，其发育与成熟都比叶片早。 孢子叶 无論大、小孢子叶，其构造都与营养叶沒有什么不同，也有叶舌，不过在叶舌的后面生孢子囊而已。 孢子囊 孢子囊具原始細胞数枚，发生于孢子叶腋以上的莖部。当孢子叶向外扩張伸长时，在基部的孢子囊原始細胞团也隨着叶的伸长而被拉向外面，最后成为生长在孢子叶基部的近軸孢子囊。因此，孢子囊的来源是莖而不是叶，所以叫做莖源子囊。卷柏孢子囊的发育，是厚囊式，即子囊原始細胞初次的分裂是平周分裂，由1枚細胞分裂成上、下2枚。以后，上細胞分裂多次成为孢子囊壳，而下細胞成为孢原。孢原不断地分裂，便成为产孢組織。卷柏孢子囊虽有大、小的分別，但其构造沒有什么差异。孢子囊壳具細胞2层，絨毡层处壳的內周是产孢組織分化而

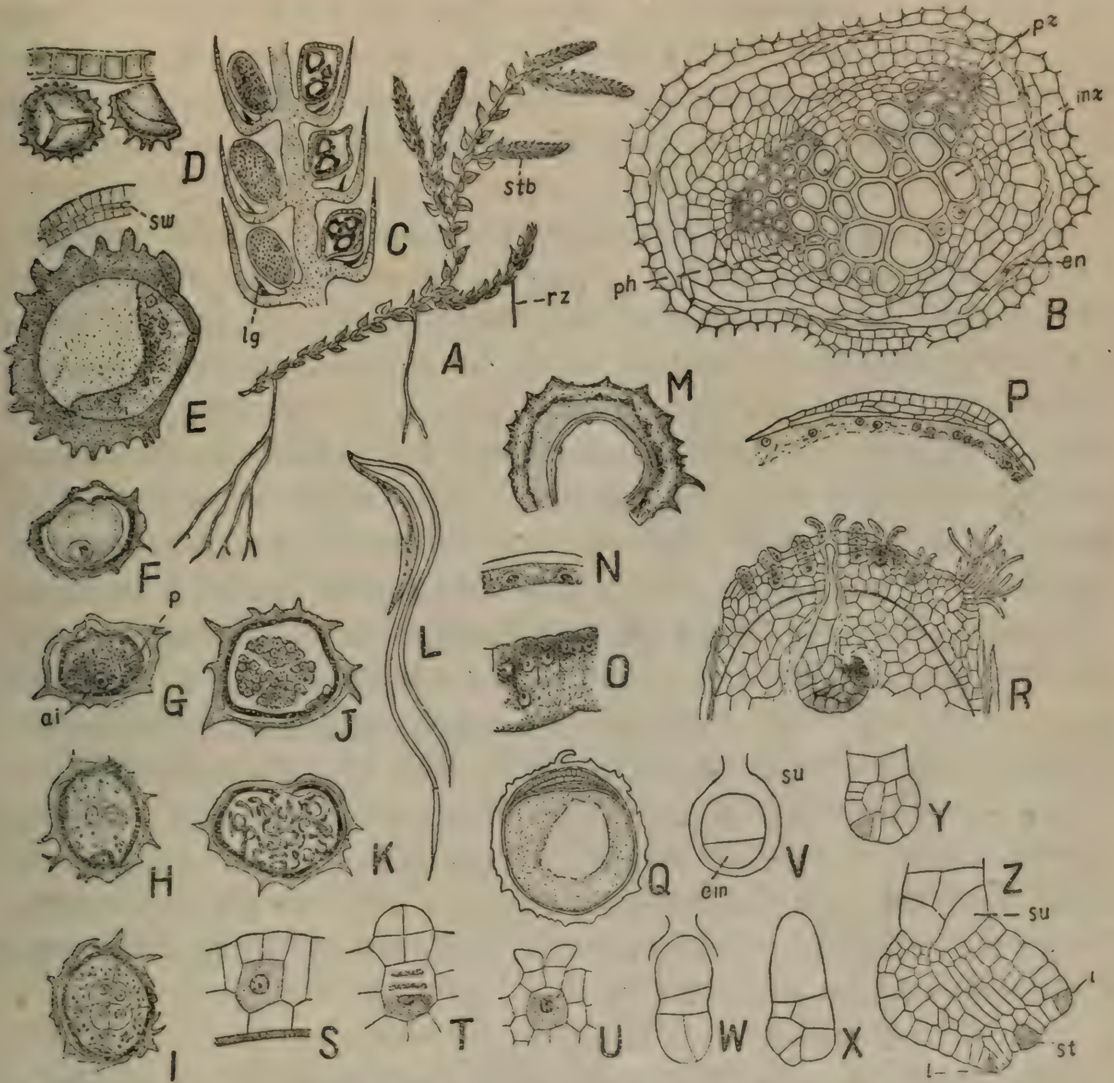


图 165. 卷柏: *A.* 昆明采集的卷柏的写生; *B.* 茎部中柱横断面,表示外始式原生中柱的构造; *C.* 孢子叶球一段的纵切面, 表示大、小孢子囊; *D.* 小孢子及孢子囊壳; *E.* 大孢子及孢子囊壳; *F—K.* 雄配子体及雄配子的发育; *L.* 成熟的雄配子; *M—Q.* 雌配子体的发育; *R.* 成熟的雌配子体的上部分,表示配子組織、幼胚、雌配子器等; *S—U.* 雌配子器的形成; *V—Z.* 胚胎的形成。*ai.* 雌配子器原始細胞; *em.* 胚胎細胞; *en.* 内皮层; *l.* 叶; *lg.* 叶舌; *mx.* 后生木質部; *p.* 原叶細胞; *ph.* 韧皮部; *px.* 原生木質部; *rz.* 根托; *stb.* 孢子叶球; *su.* 胚柄; *sw.* 孢子囊壳。(*A* 临实物, *B.* 临切片, *C.* 临 Smith, *D—E.* 临切片, *F—K.* 临Stagg, *L.* 自 Eames 临 Dracinschi, *M—Q.* 临Campbell, *R.* 临Bruchmann, *S—U.* 临 Smith, *V—Z.* 临 Eames 及 Campbell)

成。产孢組織在囊的中央, 最后分裂成为孢子。孢子囊开裂时, 其上部是縱裂, 下部則不是。孢子囊因干燥而收縮, 孢子因其收縮而被彈射于外。据說, 大孢子可被彈出外 6—10 厘米, 而小孢子則是 1—2 厘米。　孢子　大、小孢子在发育之初, 彼此并无不同。待产孢組織分化为孢母細胞时, 在同一孢子囊中如果孢母細胞中 80—90% 发育成四分孢子, 那末, 这些孢子結果成为多數小孢子, 其囊則称为小孢子囊。小孢子成金字塔形, 三面平而一面圓凸, 外壁較厚而内壁薄。如

果同一孢子囊中,除 1 枚孢母細胞发育外,其余的全行退化,則結果囊中只剩孢子 4 枚。但也偶有例外的。此种孢子的体积,較小孢子大到多倍,就是大孢子。产生大孢子的囊,則称为大孢子囊。植物的孢子具大、小不同型的現象的,称为异孢現象。这种植物,則是具有异孢性质的植物。如果孢子是同型而并无大、小之分的,則称同型孢子,这种現象叫做同孢現象(图 165. *C—E*)。

配子体 大、小孢子分别分化成为雌、雄配子体。雌配子由雌配子体而发生。 雄配子体 雄配子体的发育开始于小孢子謝落之前。当小孢子还在小孢子囊中的时候,其原生质体分裂成 2 枚大、小不同的細胞,小的叫做原叶細胞,大的是雄配子器原始細胞。原叶細胞不再分裂,也不长大。雄配子器原始細胞縱横、弯拐分裂多次,結果成为 4 枚居于中央的細胞及在四周的雄配子器壳細胞。属于中央的 4 枚細胞卽雄配子产生細胞,由此分裂成 128 或 256 枚雄配子母細胞(精母細胞)。当雄配子器发育不久,其壳細胞逐漸退化而終至消失。壳細胞消失后,雄配子母細胞便分化成为具有 2 根长纤毛的雄配子,雄配子旣成熟,小孢子由尖端处向三方面裂开后,雄配子卽得外出,經游泳而达到大孢子(图 165. *F—L*)。 雌配子体 雌配子体也在大孢子的里面发育。发育之初,大孢子細胞核漸漸加大。繼而,分裂成为多数游离細胞核,且发生 1 个大型的中央液泡。同时原生質在孢子尖端下面的,逐漸分化成 2, 3 层細胞。而液泡之中也漸被細胞质所充塞。不久,孢子壁向外膨脹,将其尖端向三方开裂成 1 个三叉口,配子組織便裸露于外,且漸呈綠色并向外发生假根(图 165. *M—R*)。 雌配子器 凡在裸露組織表面的細胞都能够发育成雌配子器。而通常在三叉口最中央的一些細胞往往先行发育。雌配子器原始細胞发育时,先横分成上、下 2 枚細胞,在上面的叫做初生蓋細胞,日后作十字形縱裂成 4 枚蓋細胞。在下面的是中央細胞,中央細胞再分成在上面的初生管細胞及在下面的初生腹細胞。初生管細胞成熟,成为 1 枚頸沟細胞。雌配子細胞及腹沟細胞都从初生腹細胞分化而成。雌配子器除蓋細胞而外,全部陷于配子組織中。当其成熟时,器的內部除大配子細胞之外,完全退化,成 1 团胶质,并吸收水分而起膨脹,蓋細胞因受膨脹而被推挤向外裂开(图 165. *S—U*)。

交配 雄配子被引誘而进入雌配子器,和雌配子融合成为接合子。

胚胎 接合細胞第一次的分裂,常依照雌配子器頸管的直綫而横断分裂成上、下 2 枚細胞,上細胞延长生长,日后成为胚柄,下細胞成胚細胞。胚柄細胞分裂或不分裂,也略有分裂成几枚細胞的。胚柄通常延长得很剧烈,能将幼胚推送进入营养組織中,但也有并不分裂延长而沒有什么作用的。胚胎細胞初时横裂,繼而縱裂及斜裂,便成为 1 枚頂細胞与 2 枚旁側細胞。頂端細胞日后分化成莖的尖端,就是莖的分生細胞,卷柏的莖由此分化而成。旁側的 2 枚細胞是叶的分生細胞。基足居 1 張叶片之下,它的发育比較莖、叶迟一些,且不很发达。根的发育最为迟緩,当胚已长成时,才开始分化(图165. *V—Z* 及 *R*)。

卷柏胚胎的发育依种类而有不同,以上所述,是其中最普通的。

生长环境 卷柏科約有 600 种,分布很广,多数生长于热带、亚热带、温带的阴湿地区,但也有生长于高山极能抗旱的,我国有 40 余种分布南北各地。笔者所見在北京西郊及景山,南京紫金山,杭州西湖,江西南昌,云南昆明,福建平和、南靖等各地,均盛产之。

水韭属(*Isoetes*)

孢子体 水韭是水生草本植物，莖很扁，其下須根丛生。叶狭长，蓮座式密集丛生于莖上，略似韭菜，每叶基部有1枚近軸而生的孢子囊。叶舌成舌状薄片，也生于叶的基部而較子囊略高，囊膜是极薄的膜层，生于叶舌与子囊之間，由上向下垂悬生长，盖蔽子囊(图 166. *A—C*)。 孢子囊 水韭也是异孢植物，在外圍的孢子叶，通常是大孢子叶，在內部的是小孢子叶。大、小孢子叶与子囊的外形都沒有什么差异。

內部构造 莖 在莖上端的中央，常向下凹陷而四周則向上隆起，分生組織生长于莖端中央下陷的部分。成熟莖的构造是原生中柱，木質部是外始式。韌皮部很簡单，沒有篩板的分化，圍繞木質部而生。再外則有形成层，水韭的形成层和其他植物的不同，它向內所分生的組織叫做棱状細胞层。棱状細胞层虽生长在次生木質部的地位，而构造完全与普通的木質組織不同，它的細胞成熟成为薄壁組織及具有梯状和网状花紋的木質厚壁組織。这两种厚薄不同的組織各自成1个区带，并互相間隔而生。形成层向外則分生新的薄壁組織，而加在皮层之內。这种新組織的所在，虽是次生韌皮部，但它的构造和一般韌皮組織完全不同。皮层生在莖的外周，最外則有栓內层、木栓形成层与木栓层。水韭的莖因上半部发生叶迹所以叫做莖，而下半部发生根迹，所以叫做"根型"(图 166. *E—F*)。 根 根对叉分歧，尖端具分生組織，成熟部分具皮层及中柱的分化，中柱是单原型，木質、韌皮两部各生于中柱的一边。維管束的外周是內皮层，其上有凱氏加厚构造，皮层組織中往往发生大型的胞間隙。而其所在常常在韌皮部的一边。 孢子叶 孢子叶的营养部分具一单独的維管束，束在叶的中央。木質部与韌皮部的排列是內外式，但在叶尖的維管束常成同心式。叶中具气室，气室縱列成行，而分居在叶脉的周圍。上、下气室之間有隔断的組織，此組織名为隔膜組織(图 166. *D*)。 孢子囊 不論大、小孢子囊，都橫分成多室，分隔子囊的薄壁組織叫做隔板，沿隔板及子囊壳的內周有絨毡层，孢子囊由一行原始細胞分化而成。其发育的步驟是厚囊式。子囊壳很薄，具細胞3—4层，通常透明。所以虽然从子囊的外面来观察，里面的孢子也是粒粒可見，非常清楚(图 166. *B—C*)。

配子体 孢子分异 大、小孢子发育的初期沒有什么不同。孢子囊原始細胞依照叶面而平周分裂，成1枚外細胞，卽子囊壳原始細胞，以及1枚內細胞，卽孢子原細胞。孢子原分裂多次，成为1团产孢細胞。它們发育的成为孢母細胞，而敗育的則成为隔板。如果在1个子囊中所有的孢母細胞都发育成四分孢子而分裂成孢子，那末，这些孢子都是小孢子，孢子囊就叫做小孢子囊。水韭每1个小孢子囊中产生小孢子150,000—300,000枚，但也竟有多到1,000,000枚的(图 166. *G—I*)。如果孢子囊中只有40—80%的产孢細胞成熟为孢母細胞，而其余的一概退化，那末，这些孢子就是大孢子，这种子囊就称为大孢子囊。每1个大孢子囊中，产生大孢子的数目仅仅50—300枚而已(图 166. *R—T*)。大、小孢子必須等待叶柄及孢子囊腐烂后，才能出外。 雄配子体 水韭雌、雄配子体的发育也和卷柏相似，是孢內发育。当孢子出外后，萌发卽行开始。当小孢子萌发时，其細胞核迁移到孢子的一端，然后分裂成大、小不同的2枚細胞，小的不再分裂，就是原叶細胞。大的叫做雄配子器原始細胞，由此分裂成为圍于四周的4枚壳細胞及1枚中央

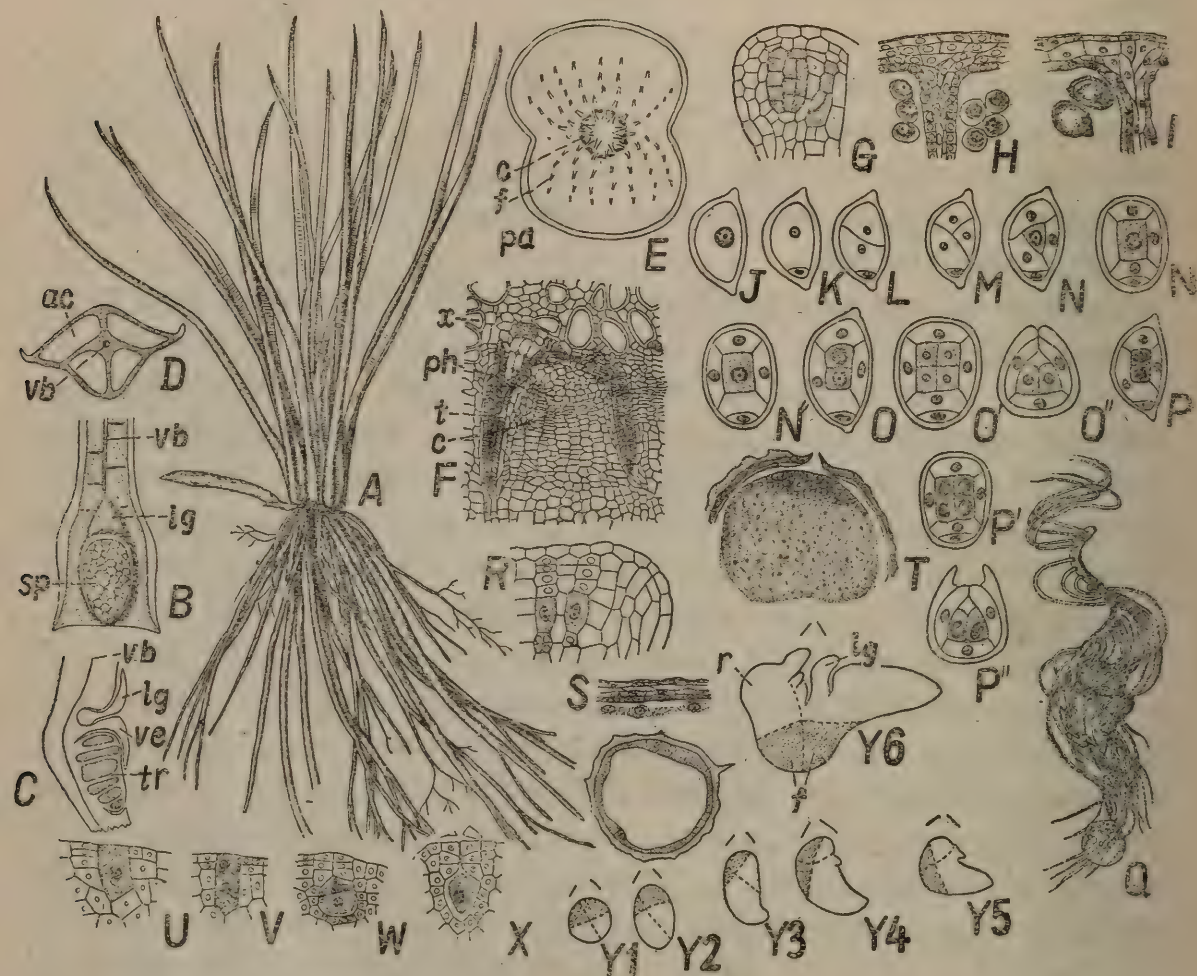


图 166. 水韭: *A*. 在昆明所采的水韭(*Isoetes japonica*)的写生图; *B*. 同*A*叶的基部; *C*. 水韭的 1 种 (*I. lacustris*), 叶的基部侧面解剖图; *D*. 昆明水韭叶的横断面; *E*. 华水韭 (*I. sinensis*) 茎的横断面略图; *F*. 同*E*. 維管束一部分的放大; *G—I*. *I. lacustris* 小孢子囊的发育; *G*. 幼嫩小孢子囊,加点的是产孢組織; *H—I*. 华水韭将成熟及已成熟的小孢子囊; *J—Q*. *I. lacustris* 雄配子体及雄配子的发育; *R—T*. 雌配子体的发育; *R*. *I. lacustris* 大孢子囊的分化,加核的是絨毡細胞,加点的是大孢子产生細胞; *S*. 华水韭的大孢子囊及大孢子; *T*. *I. Braunii* 的雌配子組織; *U—X*. *I. Braunii* 雌配子器的发育; *Y1—Y6*. 水韭胎胚形成的抽象图。*ac*. 气室; *c*. 形成层; *f*. 胚足; *lg*. 叶舌; *pd*. 周层; *r*. 胚根; *sp*. 孢子囊; *t*. 迹(叶或根); *tr*. 隔板。(*A.B.D*. 实物写生; *C.R*. 临 Goebel; *E.F.H.I.S*. 临采自南京的华水韭的石蜡切片; *J—P*. 临 Liebig; *Q*. 临 Dracinschi; *T.U.V.W.X*. 临 Smith; *Y1—Y6*. 临 Eames)

細胞。中央細胞分裂成为 4 枚雄配子母細胞。每枚产生 1 枚雄配子。雄配子具很多纤毛。由小孢子壁破裂处游泳出外(图 166. *J—Q*)。 雌配子体 大孢子的原生質体无中央液泡。細胞核分裂成为游离細胞核 30—50 枚，然后分布于原生質体的四周，而密集于孢子頂端附近的較多。細胞壁的組成由孢子頂端細胞核密集处开始，而逐渐波及于全孢子。在上半部分的雌配子体細胞形体較小，在下半部分的較大。大細胞中含貯食料較多。孢子壁被膨脹而破裂成为三叉口，一部分的配子体便裸露于外，其露出的部分与孢子壁成一平面，不似卷柏的凸出。最先发育的雌配子

器由孢子裂縫三叉口的中央发生。雌配子器构造简单，下陷于配子器中，是配子体表面細胞分化而成。其原始細胞第一次的分裂是平周分裂。由此分成内、外2枚細胞。外細胞(又称为初生蓋細胞或初生頸細胞)，經过横断及纵裂，結果分成4层頸細胞，每层含4枚細胞。内細胞(中央細胞)分成初生沟道細胞及初生腹細胞。初生沟道細胞分化成1枚而含2核的頸細胞，少数的成为2枚細胞。雌配子及腹沟細胞各1枚，都由初生腹細胞分化而成。雌配子器成熟时，其内部細胞退化等現象都与卷柏相同(图166. *T—X*)。

胚胎 水韭的胚胎无胚柄。接合子的初次分裂是依照雌配子器的頸管而横断斜裂成上、下2枚細胞，这2枚細胞发育成幼胚的本体。幼胚第二次的分裂与初次的裂縫恰成1个十字形，幼胚此时含4枚細胞。其在下方的2枚，日后分化成为基足。上方2枚中的1枚分化成为子叶，另1枚成根，而叶舌与莖則都是随后分化的，但也有人說[Eames a]水韭幼胚由横、纵分裂成4枚細胞，在上方靠近大配子器頸的2枚，日后轉移到靠近大配子器的基部，而分化成基足。原来靠近大配子器基部的2枚被轉移到上方而靠近大配子器的頸部，日后1枚发育成子叶，另1枚发育成根(图166. *Y1—Y6*)。

生长环境 水韭仅有1属，約有60种。产于气候温凉地区的湖沼中，我国有2种，1种产于长江流域，另1种产于云南昆明城郊。

古石松类(FOSSIL LYCOPODS)

以上所述是近代生存石松类的形态概念，现在将古代种类略举几种，以供参考。

原生鱗木属(*Protolepidodendron*)

孢子体 原生鳞木是鳞木目中最古的植物。至今所知道的仅仅莖的印痕，而内部构造則不很詳細。 莖 莖大概是草本，分匍匐及直立两部分。分枝可能是二叉分歧。直立的枝条高

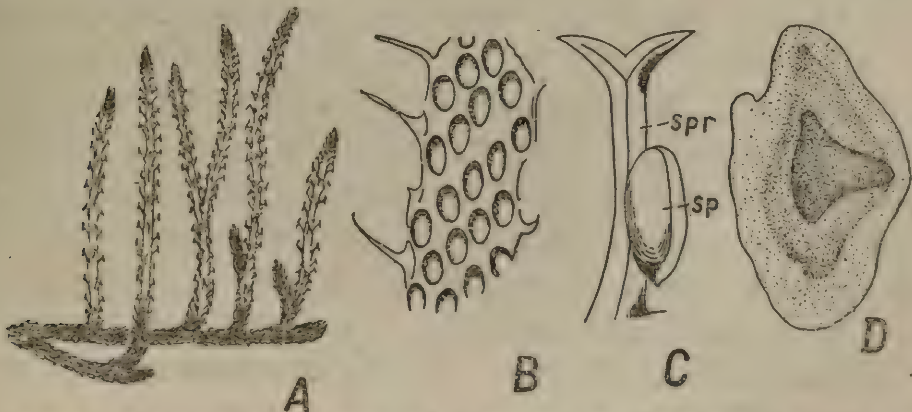


图167. 原生鳞木: *A*.复原图; *B*.枝条碎片的表面观; *C*.孢子叶及孢子囊; *D*.莖的横断面略图。*sp*.孢子囊; *spr*.孢子叶。(自 Bower 依 Krausel 及 Ewuland)

20—30厘米。 叶 茎及枝面小叶密生，叶刺形，无叶舌，而尖端对叉分开，非常特别，叶成螺旋状生长，叶痕卵形或圆形。 孢子叶 孢子叶与营养叶形状相同，孢子囊1枚，近轴生长而靠近叶的基部(图167. *A—C*)。

內部构造 枝条內部具原生中柱。木质部在茎的横剖面上，成三角形，似乎是外始式(图167. *D*)。茎內有叶迹，但与叶脉是否相連，很难断定，茎部沒有次生維管組織，但有少量木栓层，可能由木栓形成层所发生。

生长地区 此植物的化石先后在苏格兰、德国以及波希米亚等地发現，其生长的时代是距今約350,000,000年的泥盆紀中、下期。近些年，在我国云南南部盘溪也有发現，徐仁先生定名为*P. scharyanun* [徐 1946]。

鳞木属(*Lepidodendron*)

孢子体 茎 鳞木属的植物，依照它們的外部形态，可分100余种。在石炭紀滋生繁盛，其孢子植物体多半是大树，且有次生組織，主干的長度有超过30米的(114呎)。主干以上，树冠的高度还有7米，主干直立生长。 根 根与枝条都是二叉分歧。 叶 叶披針形或綫形，長約18厘米时，成螺旋状排列生长于嫩枝上。叶落时，其基部粘連不脫，使茎面成为具有特征的叶垫(图168. *A*)。叶垫菱形，叶痕居于上部，叶痕的中部有3块痕迹，居中的是維管束，卽叶脉的断痕，在两边的是薄壁組織束的断痕。在叶痕稍下的两边各有1个下陷的痕迹，这些是通連于薄壁組織束的。在叶痕上方的中部，有1个三角印痕，是叶舌的痕(图168. *B—C*)。 孢子叶球 子叶球因种类的差异而有大、小的不同，其长度由3厘米到近乎30厘米，而直徑則由不及2厘米而到8厘米。孢子通常同型，但也有异形的。在异孢种类的孢子叶球中，小孢子囊在上，而大孢子囊在下(图168. *A, D*)。 孢子叶 孢子叶螺旋状生長于子叶球軸的周圍，其長度是1厘米多，基部有細柄，前端是叶状的薄片。 叶舌 叶舌位于叶片基部的上面，近軸而生于子囊之前，与卷柏很相类似。 孢子囊 孢子囊也是近軸而生于孢子叶柄的上方，長約1厘米。

內部构造 茎 初生木质部是多原型，发育是外始式，中柱是原生或管状中柱，初生形成层非常活潑，分生力很强，具有次生木质部及次生韌皮部。中柱的外周有大型薄壁細胞的中柱鞘，再外則有1层內皮层細胞，皮层很寬厚，分內、外2层，在茎的外周具厚壁組織的叫做外部皮层。最外有寬厚的木栓組織层。內部皮层是薄壁組織。內、外两种皮层之中，都有很多叶迹。中柱鞘与內皮层的組織也都有保存(图169. *E*)。 根 根的中柱有髓，是管状中柱。初生木质部的发育非常特别，是离心发育，是內始式，这和某几种卷柏相似。根有形成层，具次生木质及韌皮两部，其皮层也分数层，最外的是厚壁构造，且有分裂繁盛的木栓层。支根的中柱是单原型，而韌皮部長在两边。有內皮层及中柱鞘。皮层常分3层，当中1层的組織过于細嫩，往往破碎消失。支根无根毛，其分枝是二叉分枝式，与石松很相类似。 叶 鳞木叶的基部連接于茎而不脫落，在維管束下方的两边，有三角形的薄壁組織条各1根，此条由叶的基部分化到叶肉中。在水韭(*Isoetes hystrix*)以及古、今石松中也常有这种特殊构造的分化。 叶片 叶片(*L. esnostense*)的外形与現代松叶相仿佛，也有成披針或綫形(*L. Hickli*)的。在叶片下面中脉的两旁有縫两条，縫愈近

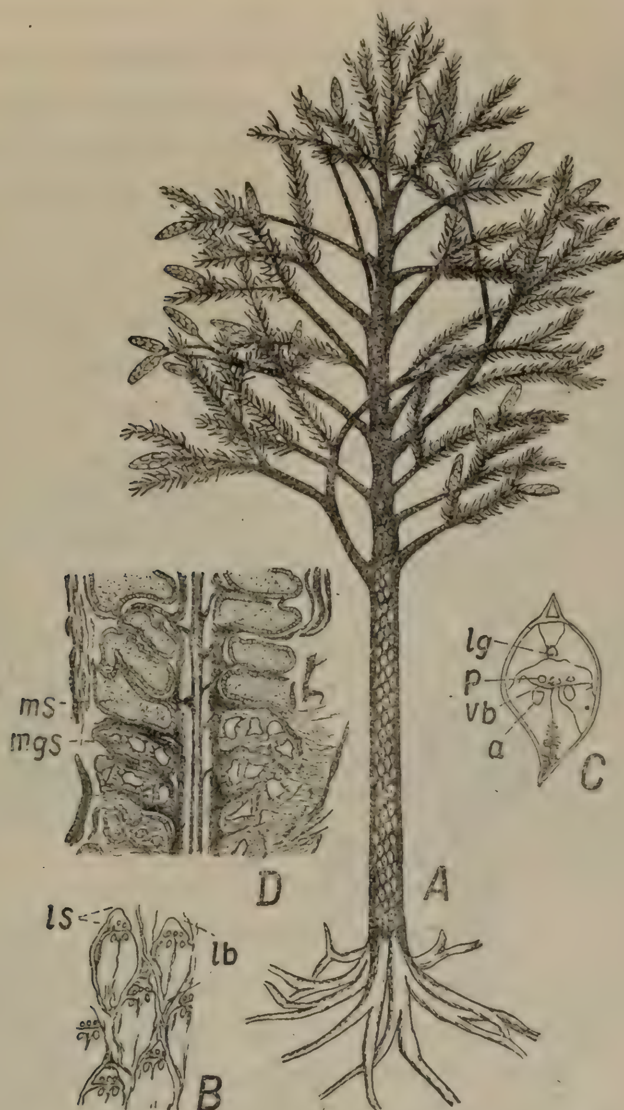


图 168. 鳞木(*Lepidodendron elegans*): *A*. 复原图; *B*. 鳞木另种 *L. veltheimianum* 茎的印痕, 表示: 叶痕及叶的基部; *C*. 叶痕放大, 表示叶舌, 維管束, 薄壁細胞束的印痕; *D*. 孑叶球 *L. veltheimianum* 的縱剖面, 在上部的是小孢子囊, 在下部的是大孢子囊。*a*. 印痕; *lb*. 叶基; *lg*. 叶舌; *ls*. 叶痕; *ms*. 小孢子囊; *mgs*. 大孢子囊; *vb*. 維管束; *p*. 薄壁細胞束。(*A*. 临 Grand' Eury 并加添根部, *B*—*D*. 临 Scott)

叶的基部则愈深, 縫中表皮具很多 2 个肾脏形細胞的气孔。表皮細胞很小, 其下有厚壁細胞的下皮层。叶肉細胞成海綿組織的构造。叶片内有維管束的分化。維管束本身虽很纖細, 但在其外周, 有多量較大的螺旋紋或网紋管胞圍繞生長, 这种构造同現代松柏科植物很是类似。 **孢子囊** 孢子囊壳的細胞成棱状而狭长。孢子囊与水韭相似, 其中也有薄壁細胞的隔板組織。但鳞木的隔板組織的构造成輻射形而分歧。 **孢子** 每 1 个小孢子囊中产生无数小孢子。但这种小孢子都在四分孢子的时期而尚未分离成为单独的孢子。小孢子非常纖小, 其直徑大約是 0.02 毫

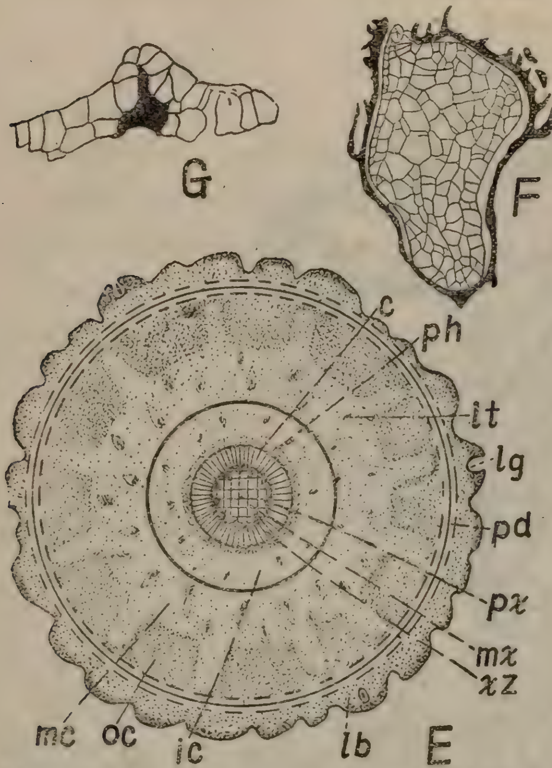


图 169. *E.* 鱗木的一种 *L. vasculare* Binney 莖的构造；*F.* 大孢子的切片，表示原叶体的构造；*G.* 雌配子器。*pd.* 木栓組織，*lg.* 叶舌；*ph.* 韌皮部；c. 形成层；*mc. oc. ic.* 外生、中生、內生內皮层；*lb.* 叶基；*xz.* 次生木質部；*mx.* 后生木質部；*px.* 原生木質部；*lt.* 叶迹。(*E.* 临 Smith，*F. G.* 临 Scott)

米而已。大孢子体积較大，是 0.8 毫米，每一个大孢子囊中产生 8 或 16 枚大孢子。大孢子外壁很厚，且向外延長凸出成为弯形的刺。也有孢子之外具有一个特殊三角附带器的。另有具特殊构造，和满江紅相似的所謂的游泳器(168. *D*)。

配子体 雌配子体在孢子的內部发育，雌配子器有頸細胞 3 层，并有中央細胞及頸沟細胞，其构造和卷柏及水韭完全相同(图 169. *F*—*G*)。

"种籽" 鱗木种籽由苞片長成珠被，包圍于子囊之外。珠被的頂端也有狹縫，这就是珠孔。在这胚珠中，虽未发現胚胎，但至少已接受花粉。

生长地区 鱗木产生于古代，由泥盆紀开始发現，最盛的是石炭紀，到二迭紀便逐漸衰亡，終至絕灭。現今世界各地所发現的化石，以英、法等国較多一些。我国近年来在山西、云南等地也发現鱗木子叶球与莖的印痕。

古封印木属(*Archaeosigillaria*)

孢子体 古封印木(*Archaeosigillaria primaeva*)是前泥盆紀的小树。其莖干具有鱗木与封印木二类的特征。在莖干基部叶垫縱列成行，在上部的成螺旋状排列。树形細長而树冠尖細。分枝稀少，叶形纖小，莖干基部膨大而不分歧，由此直接发生細根，其构造与鱗木及封印木的根沒有差异。

生长地区 这种植物的化石以在美国紐約州所发現的較好，此植物生长的时期是距今約 300,000,000 余年的前泥盆紀。

封印木属(*Sigillaria*)

孢子体 除鱗木而外，古代石松类成大树的就是封印木，其树身因种类的不同而有粗短与細長之別，譬如：在德国所发現的(*S. reniformis*)，在树梢部分的莖干其直徑是 30 厘米，而在基部的則是 2 米，但全干的高度仅 6 米而已。而在法国所发現的則全干的長度是 22 米(70 余呎)而基部的直徑是 60 厘米(約 2 呎)，其上端則是 50 厘米(1.85 呎)。因此，全干是 1 根細長的柱。如果将树冠和树干綜合計算，則全树的高度与鱗木相差无几。 树干 封印木树干的外周有六角形而

略扁的叶痕，叶迹居其中，而两旁有薄壁条状构造的痕迹各1枚（图170. A—B）。 根 在論述鱗木时曾提及其根，但此根究竟属于鱗木或封印木还沒有定論。因为同一种根，与两种植物的莖在同处发現，而彼此不相連接（图170. A）。 叶 封印木叶的外形，有的和鱗木沒有什么分别，叶形細長略象松叶。 孢子叶球 孢子叶球与封印木同处发現的称为封印木子叶球。保存完好的子叶球或孢子叶叫做“Mazocarpon”（图170. C—E）。封印木的孢子叶球具長柄，孢子叶丛生成球，而中軸自球顶伸長出外。此种現象在今日杉木(*Cunninghamia*)等类常常也有（图170. F—G）。

內部构造 莖 莖的构造是管状中柱而具广大的髓。維管束层很狭。木質部不很发达，初生木質部是外始式。維管束分开成多丛，与双子叶植物的莖相似。次生木質部圍繞在初生木質部之外。再外則是韌皮組織。皮层很寬厚，也分內、外2层。木栓层是莖部最外的构造，也很寬

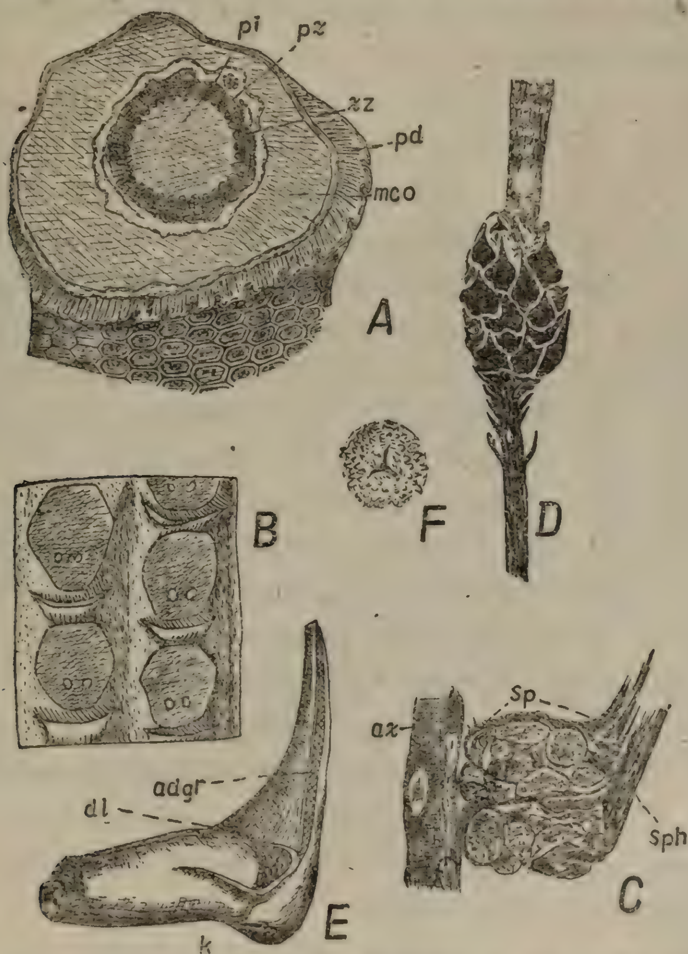


图170. 封印木: A 封印木(*Sigillaria Menardi*)的横断面及莖周圍的叶痕; B. 另一种封印木的叶痕; C. 封印木孢子叶球 *S. Ciliatus* 的縱剖面，表示軸、大孢子囊及大孢子; D. 同 C，子叶球的外形; E. 孢子叶的模型; F. 同 C，大孢子。*adgr*. 近軸縫; *k*. 龙骨; *pi*. 髓; *px*. 初生木質部; *xz*. 次生木質部; *pd*. 周层; *mco*. 中生皮层。（A 自 Scott 临 Brongniart, B. 自 Strasburger 临 Koehne, C—E. 自 Scott 临 Benson）。

厚，其中有輻射生长的細长細胞，此种細胞自行网織成一种纖維构造(图 170. *A*)。 叶 叶的构造与鱗木相仿佛。在叶的下面中脉两旁有下凹的縫 2 条，气孔生于縫中。叶的中央有 1 条中脉，此脉很象是同心构造。維管束之下有厚壁組織，其外另有薄壁組織。此薄壁組織中有散生的管胞，因此，与松柏科的轉輸組織可能相同。其余的构造都与鱗木相类似。 孢子囊 孢子囊与鱗木很相类似，大孢子囊的壳很薄，囊中有 1 根特殊发达的柱，叫做孢子原下垫。大孢子很大，腊腸状，其长度至少有 2 毫米，每 1 个大孢子囊中含有 8 枚大孢子。 小孢子囊中的不育組織更比大孢子囊中发达，且分化隔板，在发現的标本中，小孢子是四分孢子，其体积比較鱗木的大些。

配子体 在化石中，雌配子体的保存很完善，在新月形大孢子的中部凹下处，有喙状突起，其內有原叶体，且有雌配子器的遺迹。雌配子体的构造与卷柏或水韭很相类似。

生长地区 封印木生长的时代及地点与鱗木都相仿佛，1927年在我国云南宣威、念非的二迭紀地层中，曾发現封印木的新种。

普罗洛米亚属(*Pleuromeia*)

孢子体 莖及根 普罗洛米亚是封印木状的植物，其莖直立，成柱形而不分枝，高逾 1 米，而直徑大約是10厘米，基部对叉分开成 4(偶成 6 或 8)部分，每 1 部分都是肉質而短形的。此种情形与鱗木的根似相。但叉每弯生向上，象水韭一样。支根由其面部向外生长，其形态与鱗木及水韭很相似(图 171. *A*) 叶 叶綫形到披針形，約长 11 厘米，基部平开闊，寬約 1.4—3 厘米，中脉 2 条，叶痕成螺旋状排列 (图 171. *B*)。 子叶球 子叶球生于莖的頂端。大概很长(碎片长 10 厘米的，曾有发現)。 孢子叶 孢子叶成圓形或腎脏形，但都沒有尖端。其长度是 1.5—2.5 厘米，寬度是 2—2.7 厘米(图 171. *B*)。孢子囊远离軸生长在它的下面，体积的大小与孢子叶相仿佛。 孢子 此植物具大、小孢子，大的四面形，小的腎形。

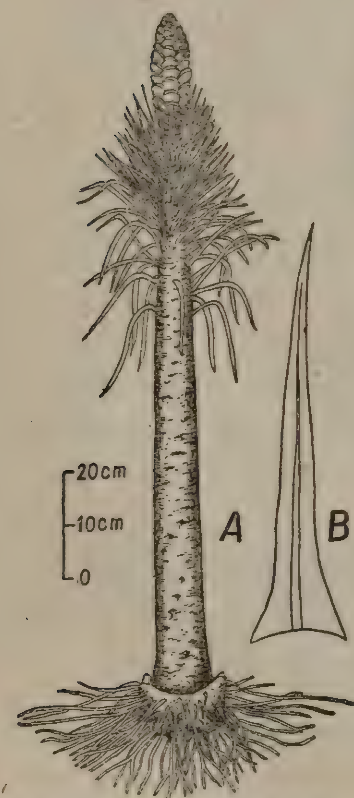


图 171. 普罗洛米亚：*A*. 复原图；*B*. 叶。(惰 Hirmer)

內部构造 此植物的內部构造保存不全，但其中柱是小型而分叉的，且沒有次生維管組織。根的构造与鱗木类的支根及水韭很相似。又因其具有肉質的莖干与厚叶，可以断定是旱生或盐生的种类。而水韭状的莖部則为生长水边的特征，这一点是沒有疑問的。

生长环境 此植物按其特征来說，則似乎生长于水边而是生理干旱之区。其化石在东亚及欧洲均有发現，而生存的时代則是距今約 200,000,000 年前的三迭紀。

石松綱提要

(1)本綱植物的孢子体具根、莖、叶的分化。有維管組織。叶是小型的单叶。因叶舌的有、无,而分成无叶舌及有叶舌2亚目。 (2)孢子囊除极少数的古代种类而外,都是近軸而生,都是单生,导源于莖或叶。 (3)孢子有大、小的分別,或无分別。孢子有大、小分别的,称为异孢种类,无分别的則称为同孢种类。 (4)在現代石松目植物中,除水韭具有特殊的分生組織而外,初生形成层都不发达,因此,沒有次生木质及次生韌皮組織。但在古代石松类象鱗木、封印木等,其初生形成层是很活潑的,且分生次生木质与次生韌皮組織。但古代石松类中沒有次生維管組織的也很不少。 (5)古代石松类多半是木本大树,但最古的可能是草本,而現代种类則全属微小草本。 (6)綜合古、今种类看来,除普罗洛米亚与水韭較为亲近外,其余都象不是直接有关的,但同源似乎沒有問題。 (7)原叶体的发育及雌、雄配子的交配有的在孢子之內进行,此种現象是进化的特征,如果将这种孢子叫做种子,那末,也沒有什么不可以。 (8)关于雄配子的构造,石松、卷柏与苔、蘚相似,都有2根頂生的纤毛。而水韭則与其他蕨类相似是多毛的构造。 (9)雌配子体方面,石松、舌叶蕨成为1类,而水韭与卷柏另成1群。从雌配子器来說,石松最是下等,卷柏与水韭相似但都比石松高一等。拿莖的构造来說,鱗木及石松是外始式的原生中柱,所以是最低下的。舌叶蕨是中始式的管状中柱,封印木是外始式的管状中柱,所以虽較石松略高,但也都是原始种类的构造。卷柏莖內中柱的构造在进化上的高低与石松不相上下,但其中竟有分化眞正导管的,而更有在莖的基部略具形成組織的,这些都比石松与舌叶蕨进化。水韭莖扁,象大蒜一样,其构造也是外始式的原生中柱,不过中央部分除管胞而外,还有多数薄壁細胞夹杂而生。如果依照败育就是进化而論,那末,比完全是管胞的要进化一些。但其形成組織非常奇特,在全植物界中少有和它相同的。 (10)孢子叶球 在本綱中,从本編所提及的古、今种类說明。古代种类的孢子叶都成为孢子叶球的构造,而現代生存的种类則很不一致。卷柏及舌叶蕨都成子叶球。水韭的叶都生子囊。石松最复杂,它的孢子囊有的散生在全部的叶片,有的集中在莖干的頂端,也有一干之上,孢子叶与营养叶分段間隔而生的。更有孢子叶特化成鱗状构造,生长致密,成为棒状的子叶球的。所以各种石松孢子叶球的全部演化过程无不完全具备,而其演化地位的高下則各不相似,并不可一概而論。 (11)卷柏、水韭与石松等現在虽然暫时放在1目,但实际上各不相属,如果認为石松与舌叶蕨是1目,而卷柏与水韭各自成1目,似乎最妥善。

第三章　裸蕨綱(PSILOPHYTINAE)

本綱特征　本綱蕨类沒有根。莖分地上与地下两部分，地上莖沒有叶或具有小型叶，古代种类的孢子囊生于枝梢頂端。現代的生于特殊分叉的孢子叶的腋部。

松叶兰目(PSILOTALES)

本目特征　本目蕨类是直立或垂悬多年生草本，无根。莖二叉分歧。叶极小，成鱗片状或較大。孢子囊2室或3室，生于短柄上，另有分叉的特殊孢子叶。配子体生于地下泥士中，筒状分歧，无綠色。此目仅1科，共2属，在我国发現的有1属。

松叶兰属(*Psilotum*)

孢子体　莖　松叶兰是多年生草本。地上莖二叉分歧，綠色，具小型叶。地下莖匍匐生长，細长而二叉分歧，有根菌和它共生，匍匐莖上有毛状的吸收构造或假根（图172. *A*—*B*）。　孢子囊　孢子囊3室，生于短杆上，短杆中具有維管束，因此，也可以認为是特化的枝、莖。孢子叶分叉，包圍子囊之外(图172. *C*—*E*)。

內部构造　地上莖　莖的表皮层具有气孔，气孔略下陷。角質层很厚。皮层寬厚，具細胞多层，且有分化，其靠近表皮的是薄壁或厚角組織，而具有叶綠体及胞間隙，中部的是厚壁組織，最內的又是薄壁組織。內皮层的分化很明显。松叶兰中柱的构造和石松相同，同一植物体，其中柱的式样可以隨植物的年齡而有不同。幼小的松叶兰莖中，在中柱中央的是管胞，韌皮組織包圍管胞之外。这是标准的原生中柱构造，当莖长大时，各部分增长扩大，从原来的原生中柱分化成星状中柱，在成长的莖中，木質部的最中央不成熟为管胞而永远停留在薄壁組織的阶段。这样，就成了髓部組織，于是中柱的构造，也随之而成为管状中柱。幼苗的木質部是外始式，原生木質部丛通常有5, 6到9, 10丛之多。韌皮組織也分多丛，其数目的多少与原生木質部丛相同，是和它交叉間隔而生的。在地上莖的最下部分木質部的分化則常成中始式(图173. *F*)。　地下莖　地下莖的构造与地上莖仿佛相似。表皮不很整齐而具有假根。皮层細胞沒有什么分化，都是薄壁的，其中有含淀粉及內生菌类的。中柱是原生中柱，原生木質部通常不显著，木質部之外有韌皮組織圍繞着。但与地上莖接近的部分始有原生木質部的分化，其发育的次序是中始式。　叶　叶的构造很簡单。叶的外层是表皮組織，沒有气孔。最外有很厚的角質层。叶肉沒有什么分化，都是薄壁組織，其細胞壁凸凹不勻，以致胞間隙的数量增多（图173. *G*—*H*）。　孢子囊　孢子囊具有3室，因此也可以把它叫做复子囊。孢子囊杆近軸而发生于特殊孢子叶的基部附近。子囊杆据說[Bower]由1枚倒金字塔形的分生細胞分化而成。子囊的原始細胞共有3枚，其第一次的

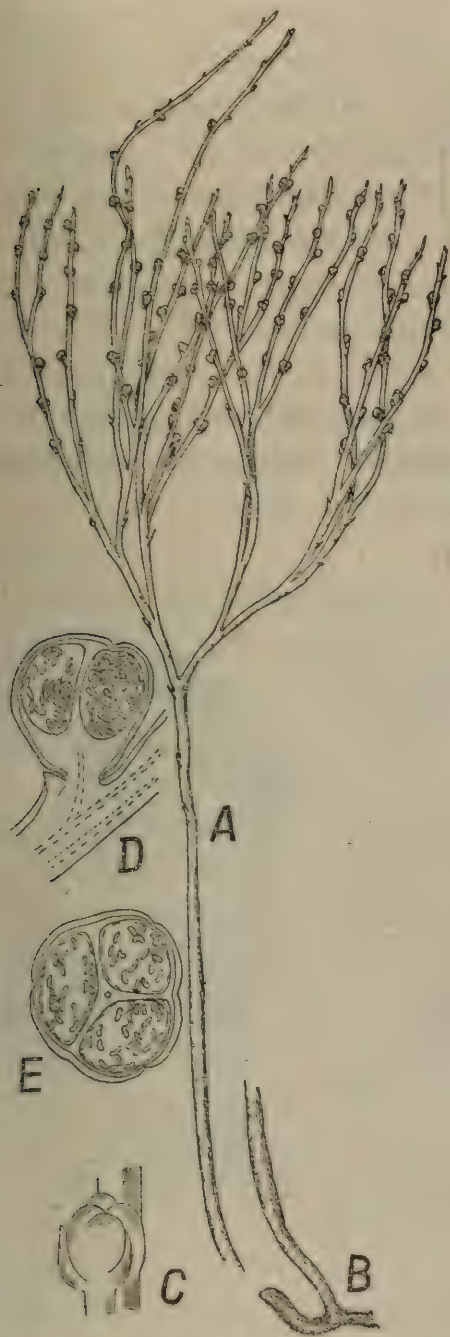


图 172. 松叶兰(*Psilotum triquetrum*). *A—B*. 写生图; *A*. 全体上部分, 表示: 二叉分歧的枝、孢子囊与叶; *B*. 地下茎及毛状假根; *C*. 孢子囊外形; *D—E*. 孢子囊纵、横切面, 表示分室及孢子。(*A—B* 1938 年采自云南河口的实物标本的写生, C. 临 Strasburger, *D—E*. 临石蜡切片)

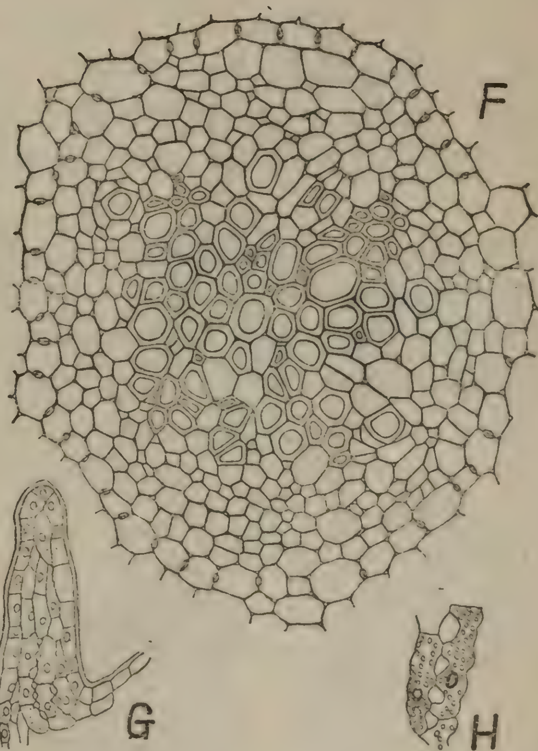


图 173. 松叶兰: *F*. 茎部中柱的横切面, 自外至内表示: 有凯氏点的内皮层, 中柱鞘 1, 2 层, 外始式五出的原生木质部丛, 围绕于木质部外周的韧皮組織; *G*. 叶的切面; *H*. 叶的皮层細胞, 表示凸凹不齐的接触面。(*F*. 临石蜡制片, *G—H*. 自 Bower 临 Skeyes)

分裂都是平周分裂。在外周的細胞是子囊壳原始細胞，在内的是孢子原細胞。松叶兰的囊壳当成熟之时，具細胞 4, 5 层。孢子原不断分裂，成为 1 团組織，其中 1 部分分化成孢母細胞。孢母細胞經过减数分裂而終成为孢子。另有夹杂于孢子細胞之間的，最后退化成为原質团。子囊外壳除 1 条縱列的綫縫外，全部加厚。子囊成熟时由縱列的縫开裂（图 174. *I—M*）。 配子体 配子体筒形而分歧，表面滿生单細胞的假根。体内中央的一些細胞虽可分化成为維管組織，但断續不全并不連成一体[Wardlaw 1951]，而其余部分并无分化。表皮組織与表皮以内 3, 4 层細胞的体型較小而含有很多淀粉。内部細胞較大而含有内生根菌。全体无綠色。生长在富于腐烂的有机物質的土壤中。雌、雄配子器混杂而生。繁殖器官通常接近生长点之后而发生(图 175. *N—Q*)。雄配子器 雄配子器凸出于配子体之外，全体成圓球形，四周具 1 层壳細胞。雄配子螺状弯曲，具有多毛(图 175. *R—S*)。 雌配子器 雌配子器的腹半陷于配子体的組織中，而頸部則高举于外，頸部周圍共有 4 行細胞。每行約有 6 枚細胞。当成熟时頸的上部数层自行断去，仅余下半部的 1—3 层，器中大概具有 2 枚頸沟細胞，与 1 枚腹沟細胞(图 175. *T—U*)。

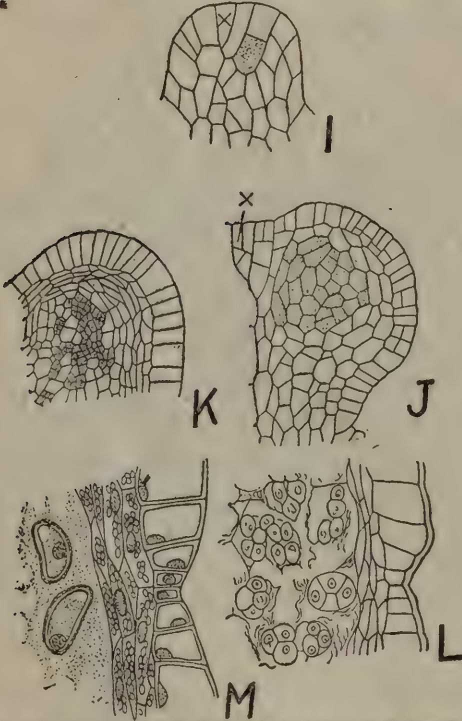


图 174. 松叶兰子囊发育图：*I*. 孢子原和子囊壳細胞的分化；*J—K*. 产孢組織与壳組織的分化；*L—M*. 孢子及子囊其他部分的成熟。(*I—L*. 临Bower, *M*. 临石蜡制片)

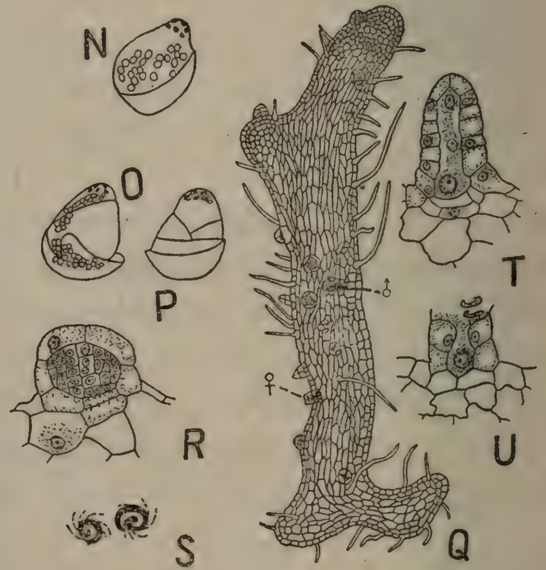


图 175. 松叶兰的配子体：*N—Q*. 孢子萌发及原叶体的成长；*R—S*. 雄配子器和雄配子；*T—U*. 雌配子器。(*N—P*. 自 Eames 临 Darneil Smith, *Q—U*. 临 Lowson)

胚胎 松叶兰的胚胎发育和松叶兰科(Psilotaceae) 中另属梅溪蕨属 (*Tmesipteris*) 很相类似。略叙述其概况，以資参考：当雌配子細胞交配之后，卽向下長大。胚胎最初分裂成 2 枚細胞，其靠近雌配子器頸部的叫做外細胞，外細胞日后分化成莖。另 1 枚叫做内細胞，内細胞分化成基足，梅溪蕨属的幼孢子体的莖向前生长并二叉分歧，其基足向下伸长，并发生手指状的构造，深入

配子体組織中。当孢子体能自行生活时，其莖与基足之間自行横断，基足永久留存配子体中。梅溪蕨属第二莖的頂端永远从第一莖的基部近旁所发生。

生长环境 松叶兰科共2属，其1为松叶兰，其产生地点是南、北半球的热带与亚热带地区，在我国云南、广东、福建以及香港等地都有产生，通常附生于树木及树蕨上，也有生长在富于有机物的泥土中的。梅溪蕨属(*Tmesipteris*)产于澳洲、新西兰与太平洋中小島上，也是附生植物。

裸蕨目(PSILOPHYTALES)

本目特征 本目植物的孢子体都沒有根。莖分作地上直立与地下匍匐两部分，沒有叶或具有小型叶。孢子囊生在枝头。本目植物都是化石，它們生存的时代是志留紀到上、中泥盆紀。

萊尼蕨属(*Rhynia*)

孢子体 莖 此植物有大型的和小型的两种。大的高約50厘米，小的高約20厘米。莖也分匍匐与直立2部分。匍匐莖的下面生长假根。直立莖由匍匐莖所分出，二叉分歧，管筒状，由基部向上逐渐尖細。 孢子囊 孢子囊生于枝的頂端，長形，与苔类中的子囊相似(图176. *A—B*)。

內部构造 莖 莖的最外周具有很厚的角質层。表皮組織只有1层棱形的細胞，其中有气孔。气孔的构造与现代維管植物沒有差异。皮层很寬厚，分內、外2层，外部皮层是薄壁組織，厚1—4层，細胞的生长致密，除气孔的下方之外，沒有胞間隙。內部皮层細胞圓而壁較厚，胞間隙多而大。中柱是原生中柱，木質部居中，而韌皮組織包圍于外。这种韌皮組織的細胞成长筒形，而两端尖斜，并沒有篩板的分化，是最原始的韌皮組織。木質部的管胞在中心的較小，在周圍的較大，成中始式，但也有全体的大小都相同的。莖中并无內皮层及中柱鞘的分化。維管束常依

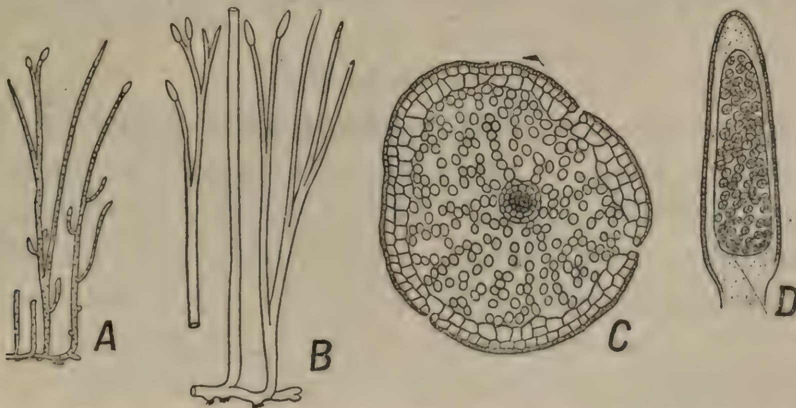


图176. 萊尼蕨：*A. Rhynia Gwynne-Vaughani*；*B.* 另种 *R. major* 外形图；*C.* 莖的横断面；*D.* 孢子囊的縱切面。(*A—B.* 自 Eames 临 Kidston，*C—D.* 临 Smith)

枝、茎的分歧也对分成两部分，但不定枝的維管束则与中柱并无关連(图 176. *C*)。 孢子囊 孢子囊筒状而生在枝梢。孢子囊的基部略微收縮，成 1 根短杆。子囊大的長約 12 毫米，而直徑是 4 毫米。子囊壳具細胞数层，是厚囊式。子囊壳的最外层很厚。子囊无裂縫的分化。孢子很多，同型，角質化，是四分孢子，滿生于子囊的腔室中。子囊壳的最內层可能是絨毡层(图 176. *D*)。

生长环境　此植物的化石，多发現于苏格兰及挪威两地。其生存的时代是泥盆紀的中、下期。而生长的环境当时是水湿地区。

裸蕨属(*Psilophyton*)

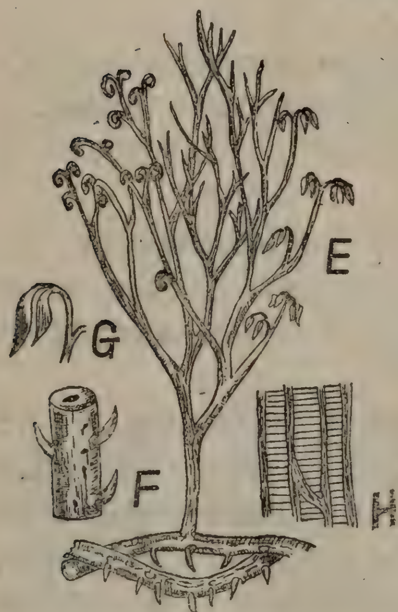


图 177. 裸蕨：*E. Psilophyton princeps* 复原图；*F.* 茎的一段示刺；*G.* 枝与子囊；*H.* 茎内梯状組織。(自 Bower 临 Dawson)

孢子体　茎　裸蕨(*P. princeps*)是裸蕨类之中具有代表性的。茎分直立与匍匐 2 部分。直立茎二叉分枝，枝端蝸状卷曲，和現代蕨叶相似，基部生刺及鱗片。匍匐茎也有假根(图 177. *E—F*)。 孢子囊　孢子囊卵形，通常成对生于枝头，因生长孢子囊的枝沒有刺，因此，有人将它另归 1 属而叫做“陶孙氏裸蕨”(*Dawsonites arcutus*)(图 177. *G*)。

內部构造　裸蕨与萊尼蕨很相似(图 177. *H*)。茎的中央有中柱。中柱是原生中柱含有环紋管胞。圍在中柱外周的是皮层組織。皮层分內、外两部分，外部皮层的細胞是厚壁長形的。內部的是薄壁細胞。表皮細胞具有气孔。 孢子囊　子囊壳有多层細胞，成熟时开裂。同一子囊的孢子，大小不匀，但这不能認为是异孢現象。

生长环境　此化石首先在加拿大的奎倍克省(Province of Quebec)发現，以后在挪威的落內京(Roragen)发現。所在的地层都属泥盆紀下期的水湿地区。

星木属(*Asteroxylon*)

孢子体　馬氏星木(*Asteroxylon Mackiei*)是星木属植物中最先发現的 1 种，它的体积比較萊尼蕨高大。且有茎、叶的分化。茎分地下匍匐与地面直立 2 部分。地下茎筒形，二叉分歧，与萊尼蕨相似而沒有假根。地下茎的細枝向下生长，进入他植物或它自己的組織中，此种細枝沒有叶或鱗片，与鱗木的支根及卷柏的根托相似。向上生长的枝成为地上茎，地上茎分枝繁茂，并密生小叶，小叶螺旋状生长和石松的叶相似。小枝也有的沒有叶子。沒有叶子的枝条则生长孢子囊(图 178. *I—J*)。 孢子囊　孢子囊長約 1 毫米，洋梨形，在較大的一端开裂。

內部构造　茎　地下茎的构造与萊尼蕨相同。皮层的內部有共生的內生菌类。中柱具有寬厚的韌皮組織。木質部在最中央，原生木質部除偶有发生环紋管胞之外，所有管胞都是螺旋状加厚的，沒有原生、后生之别。当茎部逐漸靠近直生的部分，其木質部逐漸分散成为星状构造。在

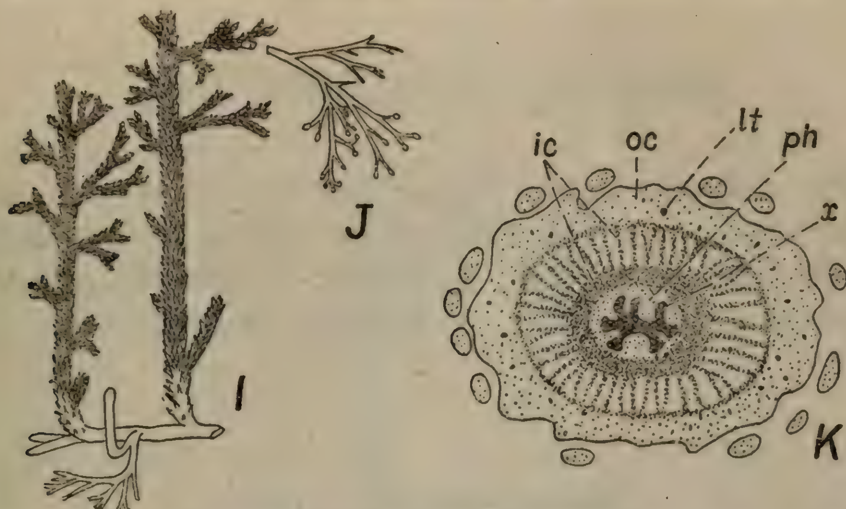


图 178. 星木(*Asteroxylon Mackiei*): *I*. 整体复原图,表示地下莖与上部的营养枝; *J*. 产育枝; *K*. 枝条横断面描象图。*ic*. 內生皮层; *oc*. 外生皮层; *lt*. 叶迹; *ph*. 韌皮部; *x*. 木質部。(自 Eames 臨 Kidston)

地上莖的基部外面生長鱗叶,表皮之外有角質层、且有气孔存在。在这部分,韌皮細胞的保存最为完善,其細胞都是細弱而長的管子。管两端的横壁尖斜或不尖斜。木質部成星芒状,向外周分射,将极薄的韌皮組織层分隔成多团。在地上莖的中部或上部,是最具有此植物特征的部分。由解剖方面可以断定,其分枝有內部与外部发生不同的两种。莖中也分皮层和中柱。皮层之中有同心維管束的叶迹。中柱的木質部是极端分散的星状原生中柱或管状中柱。木質部为 4—10 丛之多。木質部的发育是外始式或中始式(图 178. *K*)。　叶　叶的构造与石松相仿佛,但叶迹并不分化到叶內。　孢子囊　孢子囊生在沒有叶的枝头。孢子囊壳最外层細胞的內壁及側壁都加厚,与真蕨类的环带相似。此种加厚細胞的分布由子囊基部到頂端的开裂处,且逐漸加大。在外壁之內另有 1 层薄壁細胞。孢子黃色,有向三方輻射的花紋,此种孢子与普通蕨类相似。

生长环境　星木的化石最初发现于苏格兰,随后又发现于德国,此植物生存之时代都是中泥盆紀。生长的环境是比較低湿的地区。

裸蕨綱提要

(1)本綱植物共分松叶兰与裸蕨 2 目,前者是生存的种类,后者都已絕灭,只有化石遺留。(2)植物体都沒有根而有假根或根托状的构造。　(3)莖概分地下匍匐与地上直立两部分。沒有叶或有小叶。　(4)莖的构造具有原生中柱或管状中柱。木質部的发育是外始式或中始式。不发生形成层。　(5)孢子囊通常頂生,1—3 室。　(6)孢子同型,沒有大、小之別。　(7)松叶兰目的配子体是不規則的筒状构造,雌、雄配子器与一般真蕨相似,且二者同体而生。

第四章　木贼綱(EQUISETINAE)

本綱特征　本綱植物的孢子植物体因古、今种类而有不同。現代的是草本，古代的是乔木。生于陆地或水中，有根、莖、叶的分化。莖通常具地下与地上两部分，不分枝或具輪生的旁枝。枝与莖上有隆起成直条的脊与下陷的凹縫。莖分节与节間。孢子囊密集生長在枝干頂端成为子叶球。古代的种类有孢子叶，現代的沒有。孢子囊垂悬圍生于特殊子囊托的下面。孢子同型或异型。

木賊目(EQUISETALES)

本目特征　植物体具根、莖、叶。莖分地下与地上2部分。地下莖匍匐生長，多年生。地上莖直立，一年生或多年生。莖分节与节間，有隆起的脊与下陷的凹縫，气孔生于凹縫中。叶細小，齿状，由节上生出。各叶基部不分离而成1个筒状构造。孢子囊托生于枝的頂端，成輪状生長，成圓錐形的孢子叶球。枝分不育与产育两种，或不分。孢子同型，配子体叶状，分枝。雌、雄配子器同体或异体而生。本目仅1科，1属，共約25种，我国产9种。

木賊属(*Equisetum*)

孢本体　莖　木賊是草本蕨类，小的高約15—20厘米，莖的直徑通常仅1毫米或不及1毫米。大的有高达10米以上而直徑达到2—3厘米的。莖分地下匍匐及地上直立两种（图179. *A*)，都有节和节間。地上莖叉分不育及能育两种，或不分。能育莖不分枝，頂端生長1枚孢子叶球，不育莖的节上发生輪生的枝。由此再生小枝，枝的数目与叶片相同，二者互生。莖有凹縫及隆起的脊条，脊条的多少与叶片相等。　叶　叶片直接生長于脊条之外。其上都呈齿牙状，基部不分离而成筒状构造，包圍莖上。每节所生叶片的数目的多少大致相同。叶退化，失去綠色，成鱗片状的死构造(图179. *A*)。　根　根是須根，由节而生。　孢子囊　孢子叶球頂生于特殊棕褐色或肉色的产育莖上，但也有生于营养莖頂端的，这是因为种类的不同而各有差异。孢子囊托六角形，有杆，成輪状生長于軸的周圍。孢子囊長筒形，沿子囊托下面的边緣而生。每托生長子囊5—10枚(图179. *B*—*D*)。孢子囊壳很薄。孢子成熟时，子囊縱裂，将孢子射落到外边。　孢子　孢子圓球形，沒有大、小之分，是同型的。其外壁分化成为螺旋状纏繞于孢子外周的带状彈絲。每1个孢子具有彈絲2条[Haupt b 1953]，但也有人說是4条的[Smith d 1938]，彈絲因干湿的反应不同，而将孢子彈射出外(图179. *E*)。孢子綠色，除細胞核之外，还有含丹宁的（图179. *E*)。　无性繁殖体　木賊地下莖的节可以膨大成块莖状的构造，由此可以发芽。

內部构造　莖　木賊的莖虽有高大、細小之別，但其构造幷无不同。莖的尖端有1枚倒金字

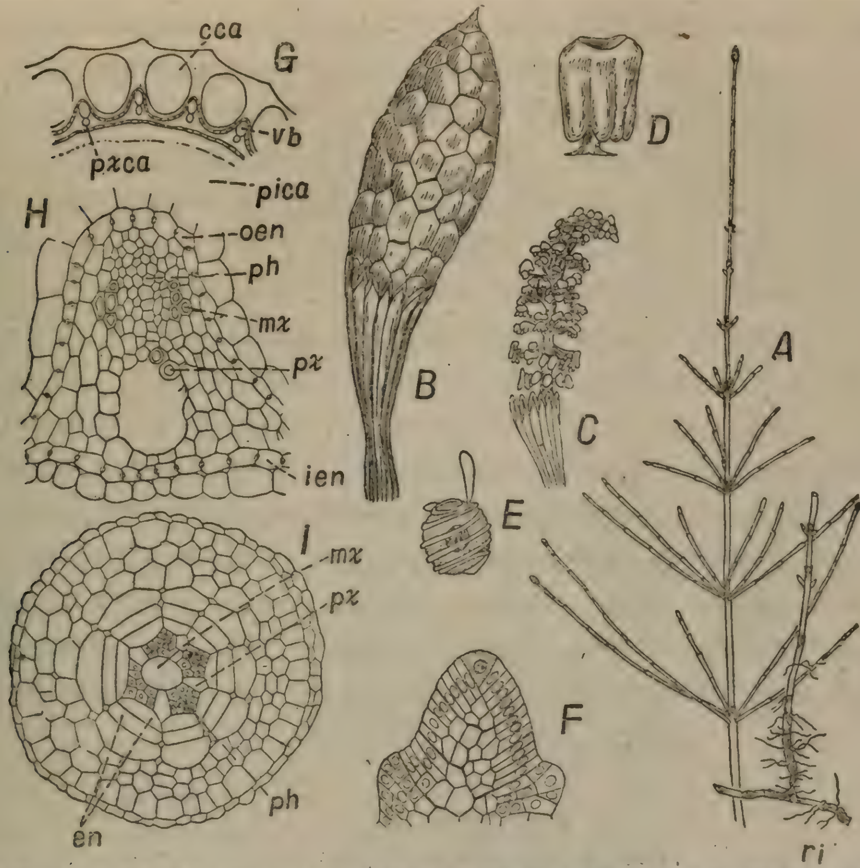


图 179. 木贼：*A—E*. 笔管草(*E. debile*)；*A*. 孢子植物体写生，表示地下的匍匐茎，地上直立茎及輪生的枝与枝头的子叶球；*B*. 放大的子叶球；*C*. 孢子謝落时的子叶球；*D*. 孢子囊及其盾状的子囊杆；*E*. 孢子，彈絲与細胞核；*F*. 木贼的一种 *E. telmatlia* 茎尖切面，表示有点的是頂端分生細胞；*G—H*. 問荆 (*E. arvense*) 茎的横断面，*G*. 全茎一部分的略图；*H*. 維管束放大；*I*. 問荆根的横切面。*cca*. 皮层气道；*vb*. 維管束；*pica*. 髓部气道；*pxca*. 原生木質部气道；*en*. 內皮层；*oen*. 外生內皮层；*ien*. 內生內皮层；*ph*. 韌皮部；*px*. 原生木質部；*mx*. 后生木質部；*ri*. 匍匐茎。(*A—E*. 实物写生，該实物系于 1952 年 9 月 15 日采自昆明師院，*G—H*. 临石蜡制片，*I*. 临 Smith)

塔形而具有四平面的分生細胞(图 179. *F*)。茎部所有的构造都由这枚細胞分化而成。茎的成熟部分，分成节与节間。在木贼的表皮細胞內含硅質很多，脊条的細胞特化成厚壁組織。維管束对脊条而生。木質部的发育是內始式，而木質、韌皮两部的生长則是內外排列而与单子叶植物相同。但其木質部都是管胞而不是导管，这是和单子叶植物不同的。中柱的构造是分裂管状中柱。每 1 条維管束的內周，在原生木質部近旁的薄壁組織，往往自行破裂成为孔道，叫做原生木質部道，或者叫做脊道。夹于維管束內、外两周，有外生內皮层及內生內皮层。中柱鞘具 1 层細胞，生于外生內皮层的內周。气孔生于茎面的凹縫中，保卫細胞特別下陷，除上述的原生木質部道而外，在皮层中另有大型的皮层气道。此气道相对凹縫而生，与維管束成为互生。此外，髓部的中央也为了細胞核而裂成 1 大型的穴道，但在节的部分則不破裂，而成 1 隔板(图 179. *G—H*)。叶 每 1 片叶子具 1 条叶迹，沒有叶隙。 根 根是不定根，有根冠。根尖也有 1 枚倒金字塔形的分生細胞。中柱是三原型或四原型。原生木質部从圍繞单独的后生木質部管胞而生。韌皮組織与

原生木質部相間隔生长。据説，木賊根中沒有中柱鞘，而生长于中柱外圍的为双层的內皮层而已[Smith d 1938]。但在內的1层具有中柱鞘的功用，因为次生根每由此发生（图179. *I*）。 孢子囊 孢子囊的发育方式是厚壳子囊式。其原始細胞由子囊托的表皮細胞分化而成。孢子原始細胞依子囊托之面而平周分裂，成为內、外2枚細胞。外細胞分裂成为子囊壳数层，其最內的1层卽是絨毡层。孢子囊成熟时，最外层的壳細胞具螺旋状的加厚。內細胞分裂成产孢組織，由此分化成孢母細胞。其中三分之一退化，退化毀敗的細胞成为胶状原生質的液体，最后全被吸收。其余孢母細胞經減数分裂成为四分孢子，最后散开成孢子。孢子圓球形，含叶綠体多个。

配子体 木賊孢子的寿命很短。在謝落之后，其生命仅能維持几天而已。孢子播下后，萌发迅速。在10—12小时之內，孢子卽可萌发，且分裂成为2枚細胞的配子体。在这2枚細胞之中，較小的1枚，生长成假根。另1枚較大的，分化成原叶体。木賊的原叶体是叶状分叉的，綠色，其腹面生出很多假根（图180. *J*）。雌、雄配子器是边緣分生部分所生，两种器同体或异体，当幼原叶体剛进行分叉时，雌配子器卽进行发育，而生长于原叶体的背面，夹杂于向上直立生长的原叶体裂片基部之間， 雌配子器 雌配子囊发育的步驟，与以上所述各植物完全相同。其成熟的基部下陷于原叶体的組織中，只有頸部露出在外。頸很短，約分4层，通常每层具3枚細胞。居頂端的1层当成熟时，特别延长而分裂。器之內，含有雌配子、腹沟与1或2枚頸沟細胞。如果頸沟細胞是2枚，那末，它們生长的位置不是上、下，而是并排。据説，印度产的有具4枚頸沟細胞

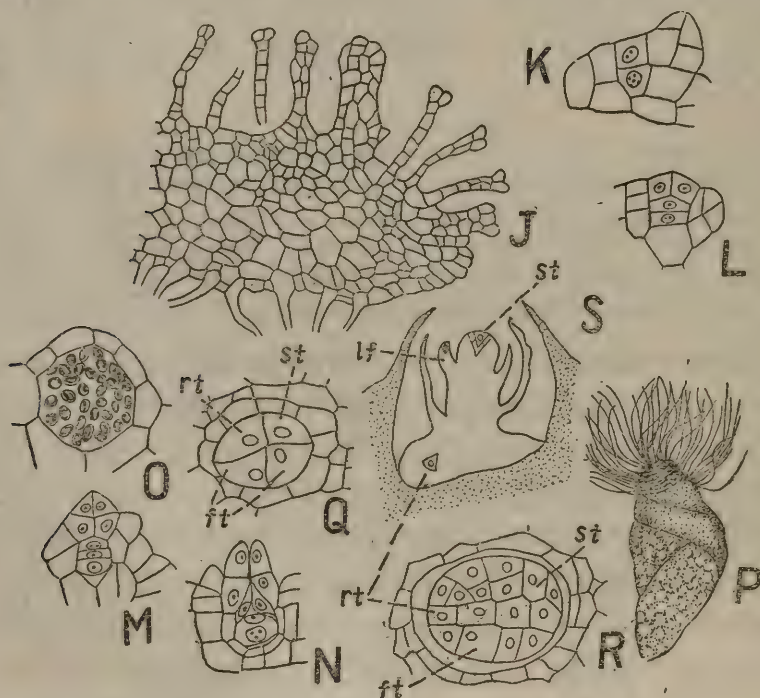


图180. 木賊的配子体及胚胎：*J*. 笔管草原叶体的縱切面；*K—N*. 木賊（*E. hiemale*）雌配子器的发育；*O*. *E. telmatlia* 的雌配子器；*P*. 問荆的雄配子；*Q—R*. 笔管草胚胎的发育；*S*. 笔管草幼孢子体。*lf*. 叶；*ft*. 基足；*rt*. 根；*st*. 莖。（*J. O. S.* 临 Smith, *K—N*: 自 Eames 临 Jeffrey, *P*. 临 Sharp, *Q—R*. 临 Campbell）

成1行排列的(图180. K—N)。 雄配子器 当雌配子器長成于原叶体的中部后，通常大量的雄配子器，由原叶体边緣的、无綠色的、成平展分生生長的部分发育而成。雄配子器发育的步驟与石松相同。器壳細胞仅有1层細胞。其內有雄配子产生細胞。雄配子体积很大，螺狀构造，且多毛丛生。毛由产毛体所发生(图180. O—P)。

胚胎 接合細胞依雌配子器的頸管而橫分成上、下2枚細胞，継而，又縱裂成4枚。在上面的2枚細胞中的1枚分化成莖，另1枚成叶。在下面2枚中的1枚成为根，另1枚成为基足。基足通常小而不很发达。也有接合細胞仅分为上、下2枚而不縱裂的。如此，則上細胞成莖，下細胞成根的原始細胞，而叶与基足都是后出的。且叶究竟与莖同源由莖旁分出，还是从另1枚原始細胞所发生，現在尙无定論。而基足的有无也很难說，卽使有基足，其发育也很不强盛，仅仅在根的基部旁側，稍現隆起而已(图180. Q—S)。

生长环境 木賊目現世存在的，仅木賊(Equisetaceae)1科，木賊(*Equisetum*)1属，共有23种，我国产9种。問荊(*E. arvense*)、木賊(*E. hiemale*)、犬問荊(*E. palustre*)等是我国所习見的。而問荊的分布尤属广泛，全球各地多有生产。問荊和木賊生长地区的环境很复杂，田野路边、水边、山坡都有生长。

古木賊类(FOSSIL EQUISETUMS)

芦木属(*Calamites*)

孢子体 莖 現在已发現的芦木的莖多是碎片，沒有完整的。但內部构造与外形都保存良好。在莖的印型中，由髓腔等的大、小可以推知芦木是1种乔木，其高度是20—30米。芦木孢子体与現代木賊相同，也分地下莖与地上莖，莖也分节与节間，有凹陷的縫与隆起的脊条。在直立的地上莖也有側枝与叶。 叶 叶輪生于节上，小而单生，或基部不分开。綫形或狹披針形。堅硬或柔軟，向莖的旁側四周生出或靠近莖直生与木賊相类似。也有基部向外平出而尖端弯曲向上的。 根 根是須根，自地上莖的基部及地下莖的节长出(图181. A)。 孢子叶球 芦木生长孢子囊的器官是子囊托而不是孢子叶。孢子囊成伞形，上部有盾形的构造，孢子囊数枚由托的边緣向下垂悬而生。托的中央有杆狀的柄，柄由子叶球的軸生出。芦木类的子叶球式样可分4种，且多半有苞片。兹将各种子叶球的概况分別叙述如后： (1)孢子囊中軸的周圍，子囊托圍繞生长成輪。每輪孢子囊托之下，另有苞片一輪。苞片向四周长出，而托則由苞片与中軸的腋部向上斜出(古生穗 *Palaeostachys*)。 (2)孢子囊托由中軸向四周平出，而与苞片分离生长(芦木穗 *Calamostachys*)。 (3)孢子囊托与苞片的距离很近，且生于其下方（辛构拉力亚 *Cingularia*)。(4)与現代木賊相似，通常有在几輪孢子囊托之間偶然发生苞片的。此种現象在現代木賊中，也偶然存在(原始芦木 *Archaeocalamites*)(图182. B—E)。 孢子 孢子同型及异型的都有，小孢子与大孢子体积的差异是1:3。

內部构造 莖 芦木的莖分表皮、皮层、中柱3部分。莖的外周也分脊条与凹縫，但上、下节



图 181. 芦木复原图，表示下部的匍匐茎，直立的营养部分。(自 Smith 临 Hirmer)

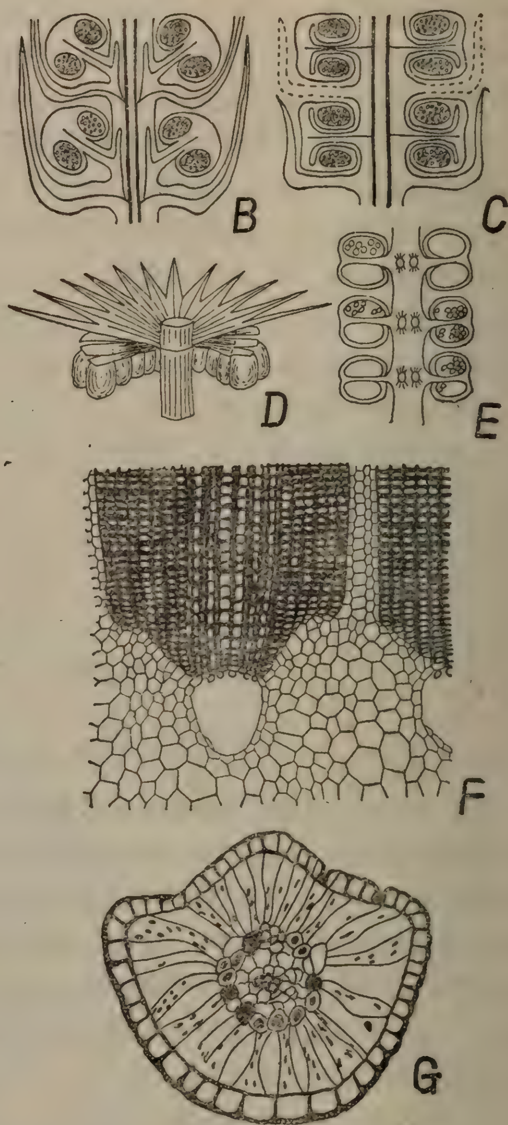


图 182. *B*. 古生穗子叶球纵剖面略图； *C*. 芦木穗子叶球的纵切面； *D*. 辛构拉力亚(*Cingularia typica*) 子叶球的一节的略图； *E*. 原始芦木 (*Archaeocalamites radiatus*)子叶球纵剖面略图； *F*. 芦木的一种 *Calamodendron interme dium* 茎的横切面，表示：薄壁的髓，原生木质部道，道中粘連的原生木质管胞，腔大壁厚的木质部，腔小壁厚尖端組織的射綫，薄壁射綫組織； *G*. 芦木 (*Asterophyllites charaeformis*)叶的横切面，表示：表皮，气孔，薄壁长形叶肉組織，厚壁的中柱鞘，薄壁韧皮部，最中的木质部。(*B.C*. 临 Smith, *D—G*. 自 Scott, *D*. 临 Weiss, *E.F*. 临 Renault, *G*. 临 Thomas)

的脊条幷非絕对互生而偶有相連接的。　皮层　皮层分成內、外两部分，內部皮层細胞的壁薄，而外部的壁厚。皮层中无气道。　中柱　中柱是管状式，在节間的髓往往破裂，而在节的則不破。木质部是內始式，木質与韧皮組織成內外排列。在維管束的內周，也具有原生木質部道。初生形成层极其活潑，由此分生成次生的螺紋与紋孔管胞，且具有射綫。此外，更有木栓形成层，由此分出木栓質的周皮(图 182. *F*)。　根　根的中柱成星狀构造，是二到四原型，外始式。虽有形成层但不很发达。其內皮层与木贼相似。也好象是双层的。大根中，木質部是外始式，多原型。中柱的式样是原生中柱或管狀中柱。　叶　叶的构造与松树相似。叶中只有 1 条維管束，其周圍有鞘。鞘外有栅栏組織，其中有明显的胞間隙。表皮具 1 层細胞，气孔无数(图 182. *G*)。

生长时代　芦木是古生代的乔木，在泥盆紀的末期及石炭紀时期，与鳞木等共为当时陆上最繁盛的植物。我国山西中部曾有发現。

楔木属(*Sphenophyllum*)

孢子体　茎　茎細(直徑仅 1 厘米)而长，分枝、分节，具脊条与凹縫，上、下节的脊条幷不互生。　叶　叶輪生于节上，它的数目是 3, 6, 18 各种，而 6 片的最多。上、下节的叶重复而生。叶全緣，通常尖端平闊而基部較狭。也有尖端对叉分裂成几片的。有在同一植物发現其上部具有全緣叶而下部是裂叶，或二者相間乱生的(图 183. *H*—*I*)。　根　根也有发現，且构造保存完好。根中也有形成层，由此分化次生組織来增加直徑。中柱內初生木質部是二原型，但偶有三原型的。木栓形成层很象是由中柱鞘所发生。由此向外分化木栓組織。孢子叶球 (*S. Dawsoni*)　孢子叶球直徑是 1 厘米多，长約数厘米，中軸的直徑是 2—3 毫米。苞片輪生于中軸的四周，各輪的距离相等，1 球之上有无数的輪。每 1 輪有苞片 14—20 片，各苞片的基部不分离而前端弯曲向上。孢子囊托近軸而生，且自苞片腋部向外长出，但其下面与苞片幷不分开。每托之上生长孢子囊 3 个。3 个子囊与中軸的距离有 2 近 1 远，及 1 近 2 远两种(图 183. *J*—*K*)。　孢子　孢子同型，但在同一孢子叶球中，各子囊所产生的孢子，常有大、小不同之别。这可以認为是孢子异型的开始。

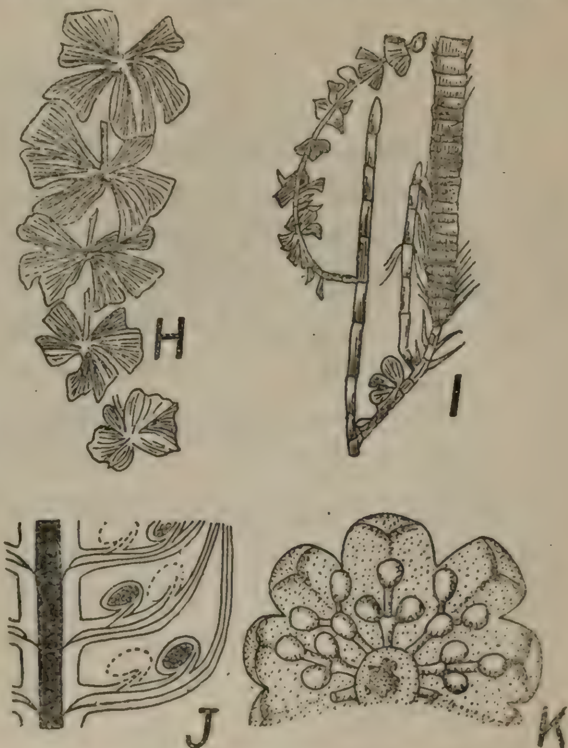


图 183. 楔木：*H*. 楔木叶(*Sphenophyllum emarginatum*) 的重画图；*I*. 某种楔木 *Sphenophyllum* sp.，表示：枝的分歧，左边枝上有輪生的叶，右边枝上生一个細长的子叶球；*J*. 楔木子叶球的部分纵剖略圖；*K*. 自上向下观。(*H*. 臨 Seward, *I*. 依 Eames 等臨 Noé, *J*. *K*. 臨 Hirmer)

內部构造　茎　茎是原生中柱，外始式，

三原型，在其横剖面上，木质部呈三角形这是其特征。茎有形成层，由此向内分化多量的次生木质，向外分化韧皮組織。次生木質部含紋孔管胞而外，尚有認为具有木質射綫及長形木質薄壁組織的。皮层的內部，有周皮的发育。　根　根是二原型或三原型，其余构造与茎相彷佛，但皮层比較狹薄而已。

生长时代　此树首先发現的地点是英国兰开夏及約克郡二地。由地层的推算，知其生长的时期是从前泥盆紀开始，經过石炭紀及二迭紀，而絕灭于三迭紀。在我国江苏、山西、貴州等省的古生代地层中，多有发現。

拟鮑尼木属(*Pseudobornia*)

孢子体　此植物的化石只有印痕，而沒有內部构造，主干匍匐生長，直徑达10厘米。茎有节且分枝，小枝上每4叶生長1輪。　叶　叶是复叶，对叉分裂，具小叶片数枚。每1小叶片具羽状深裂成为多片。　子实体　子实体是長而松的孑叶球，孢子叶輪生。在孢子囊中，大概有大孢子存在。

生长时代　此植物的化石印痕存在于前泥盆紀。发現的地点是北冰洋的熊島。

木賊綱提要

(1)孢子植物体分根、茎、叶3部分，茎又有横生的地下茎与向上直长的气生茎2种。茎分节与节間。节間中空象竹子一样。茎外周有隆起的脊条与下陷的凹縫，这两样相間而生。現代的木賊，其上、下节的脊条交叉互生，而古代种类則互生、对生的都有。　(2)茎的构造除頂端的单独分生細胞而外，其余各方面都很进化。其內始式的木質部、管状中柱与維管束的构造都与单子叶植物相似。　(3)古代种类的叶片通常大而能行光合作用，現代的却退化到沒有什么功用。叶都是輪生，全緣或分裂。　(4)古代木賊类多有孢子叶，其后漸行退化。至現代木賊則完全沒有孢子叶的存在。无論古、今的种类，孢子囊都生长在1种特殊器官上，此器官叫做孑囊托。托的生长与孢子叶不分离或分离。　(5)木賊的根是須根，在中柱鞘的細胞壁上也有凱氏带的加厚，虽然組織的功用与中柱鞘相同，但有些学者把它叫做双內皮层。　(6)古代种类有不具次生組織的草本，和形成层活潑分裂而具有大量次生組織的乔木。現代木賊虽然茎干的大小、粗細非常悬殊，但內部构造完全一致，且都沒有次生組織，而全属草本。　(7)現代木賊有发生鱗茎及小鱗茎来行无性繁殖的。　(8)依外表来說，凡属木賊类的植物都是旱生植物的特征，但其內部构造都具孔道則是水生植物的特征。多数的現代木賊生长在溪水、池沼旁畔，也有少数种类完全生长在干地。

第五章　蕨綱(FILICINAE)

本綱特征　蕨綱科、目繁多，是蕨类植物中最大的1綱。其孢子体与配子体完全分离。配子体比較簡单，沒有什么分化，且体积纤小，不被注意。雌、雄配子同体或异体而生。雌配子圓形不能动，在雌配子器的腹中。雄配子多弯成螺旋状，有丛生的毛。孢子体有根、莖、叶的分化，但也偶有无根的。根是須根。莖直立、匍匐或附生，草本、藤本或成乔木状。叶型大，单叶或复叶，羽状或掌状，一重或多重。叶脉由簡单的二叉分歧而进到网状的分布。幼叶向內卷褶成蝸状，当展开时，逐漸向叶背伸开。孢子叶与营养叶沒有分別或有分別。孢子囊通常成丛而生，叫做子囊群。也有几个子囊的外表是1个单独的，而內部仍有分隔的，此种器官叫做聚合囊。孢子囊有盖复蓋或沒有盖。盖叫做囊群盖。它的来源与式样也各有不同，有的是叶緣翻卷而成，也有的是鳞片或毛所特化的。孢子囊生于叶背、近于叶緣或在叶的边緣。子囊壳厚或薄，有环带或沒有。孢子同型或异型。本綱依孢子囊发育的不同而分为2亚綱。

(一)厚囊蕨亚綱(EUSPORANGIATAE)

本亚綱特征　本亚綱植物的孢子囊壳具多层細胞。孢子囊原始細胞初次的分裂是横断分裂。由此分成上、下2枚細胞。在上面的叫做子囊壳細胞，在下面的是产孢細胞。孢子同型。雄配子器下陷于配子体組織內。属此亚綱的有瓶尔小草及观音座蓮2目。

瓶尔小草目(OPHIOGLOSSALES)

本目特征　本目植物是宿根草本，通常陆生，莖短，直立或横生，沒有鳞片。1叶或數叶，不作蝸状卷曲，叶片厚而成肉質状，且柔軟。孢子叶分裂或不分裂。孢子叶生子囊2行。孢子囊壳有多层細胞，沒有环带，原叶体生于土中，沒有綠色，块状，有內生菌和它共生。此目只有瓶尔小草1科。

瓶尔小草属(*Ophioglossum*)

孢子体　莖　此植物是小型草本，具横生的地下莖，由此发生向上直立生長的短莖。　叶　每年生長1片卵形叶，叶全緣，叶脉网状分布。　根　根肉質状，不很分枝，无根毛。　孢子叶球　孢子叶特化成穗，其上多数子囊連續而生，成为二直行。穗有長柄(圖184. A)。

內部构造　瓶尔小草莖部頂端之外有鞘，其內有1枚倒金字塔形的分生細胞。由此向三面

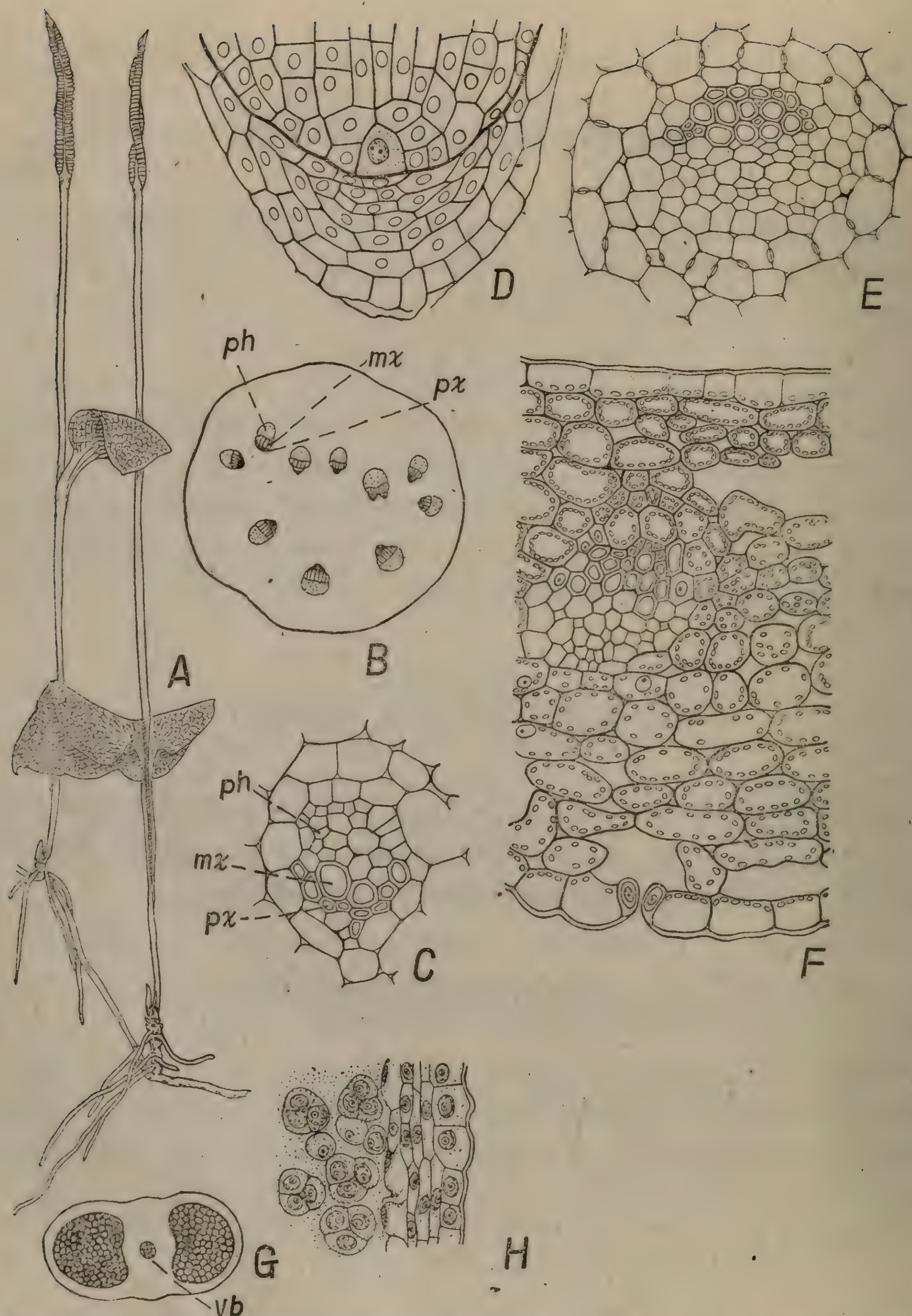


图 184. 瓶尔小草: *A*. 大叶种 *Ophioglossum pedunculosum* 的写生图, 表示: 两株相連的匍匐茎、直立茎、根、网状脉、穗状子叶球; *B*. 直立茎的横切面, 表示: 分体中柱; *C*. 茎部維管束放大, 表示内始式排列; *D*. 根尖纵切面, 表示: 根冠、分生細胞(加点)等; *E*. 单原型根部的横切面, 有凱氏点的是内皮层; *F*. 叶片横切面, 表示: 角質层、表皮层、气孔、叶肉、气室、单原形的中柱、叶綠体的分布等; *G*. 子叶穗的横切面略图, 表示: 中央的維管束, 两旁肾状子囊; *H*. 孢子囊的一部分, 表示: 子囊壳4层, 行将消失的絨毡层, 四分孢子的形成, 尙未分裂的孢母細胞。*ph*. 韌皮部; *mx*. 后生木質部; *px*. 原生木質部; *vb*. 維管束。
(*A*. 1936 年采自昆明西山的标本的写生, *B*—*H*. 临大叶种的石蜡切片)

分裂,分化成孢子体的各种器官。　茎　茎分表皮、皮层、中柱3部分。皮层肥厚具細胞多层,都是薄壁細胞,沒有厚壁的。中柱的式样从管状到分体的都有。有叶隙。木質部的发育是內始式,有射綫。木質、韌皮2部的位置是內外排列(图184. B—C)。　根　根无根毛,具有根冠,頂端具1枚倒金字塔形的分生細胞。根的构造与茎相似,也是薄壁細胞很多,中柱仅居一小部分。皮层細胞中有細菌共生。中柱之外,具內皮层及中柱鞘。中柱通常是一或二原型,三、四原型的也偶有(图184. A, D—E)。　叶　叶原基細胞圓形,胞間隙很多(图184. A, F)。叶柄的构造与叶片相似,但細胞比較致密而已。維管束是內始式,內外排列,周圍有小型細胞圍繞着。　孢子叶球　当叶尚未長大时,孢子叶球就在叶的內面发生,其位置居于叶柄与叶片之中,球的頂端具1枚四面分生細胞,全子叶球由此分化而成。成熟子叶球的构造分为子叶球杆及孢子叶2部分,在杆之內,其构造与叶柄相仿佛。　孢子囊　在孢子叶的边緣,最初由上而下,发生子囊带。不久,每1条带的細胞,間隔分成孢子原与不育細胞。孢原一再分裂,先成产孢細胞,継成孢母細胞,最后經减数分裂成为孢子。在孢原外周的細胞平周分裂数次,成为多层,是为子囊壳。在子囊壳之內,包圍于孢子組織之外,有1层不很发达的毡絨細胞。每1个孢子囊有1根維管束,这是它特別的地方。又子叶球杆中維管束的多少与它的生長位置,恰巧和2个叶柄相符合,且是相背而生長的2片叶片。因此,学者認为瓶尔小草的子叶球是2片沒有分开的孢子叶。而其孢子囊則是远軸而生的(图184. A, G—H)。

配子体　孢子的萌发虽有迟早的分別,但配子体的发育則都非常迟緩,且非有內生細菌不能发育。配子体成为不規則的柱状或圓錐体。分枝或不分枝,有假根或无假根,全体生長于泥土中或略露其頂。多数的是多年生,很少有一年生的(图185. I—J)。雌、雄配子器同体而生,都发生在配子体頂端的近旁。　雄配子器　雄配子体的表面,有生長特別迅速的細胞,卽是雄配子器原始細胞。此細胞的第一次分裂是平周分裂,由此分成內、外2枚細胞。外細胞卽雄配子器壳的原始細胞,日后分裂成熟成1层壳細胞。內細胞是雄配子的原始細胞,日后分裂为无数雄配子母細胞,每1枚母細胞发育2枚产毛体,不久分裂成2枚螺状多毛的雄配子(图185. J—O)。　雌配子器　雌配子器发育之初,与雄的相似。其原始細胞也由配子体的表皮細胞分化而成。其第一次的分裂也是平周分裂,由此分成內、外2枚細胞。外細胞日后作十字形的縱裂,和再行横裂数次,結果分成頸細胞多层,每层含4枚細胞。內細胞先横裂成为上、下2枚,在上面的是中央細胞,由此横裂成为原始頸溝細胞及原始腹細胞各1枚。成熟的器中,其頸溝細胞通常是1枚而含2个核,少有分裂成2枚細胞的。而雌配子与腹溝細胞各1枚,則是原始腹細胞分化而成的。腹溝細胞不久卽行退化而消灭(图185. P—R)。

胚胎　各种瓶尔小草胚胎发育的快慢很不一致,有一年卽可完成的,也有須經过数年之久的。大概接合子第一次的分裂是横裂。其后胚胎完成的时候可分根、基足、子叶及茎这4个部分。根的发育也因种类而有迟、早的不同。

生長环境　瓶尔小草种类不一,产地很广。我国各地也常有产生。笔者于1938年及1952年在昆明,1940年在江西泰和,以及前南昌大学同事于1951年在南昌都曾采得。厦門和閩南其他地区,以及上海附近都有。在昆明生長瓶尔小草的地区是向东的坡地,且常与野草夹杂而生。

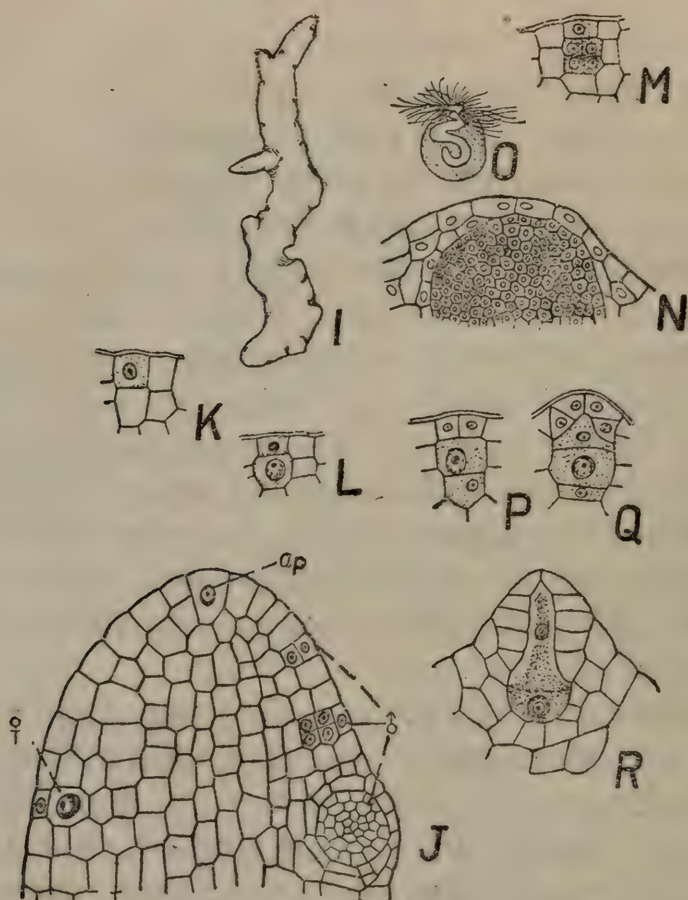


图 185. 配子体: *I*. 瓶尔小草(*O. vulgatum*)的原叶体; *J*. 原叶体尖端的纵切面,表示:最前端的分生細胞(有核的),老幼不同的配子器; *K—N*. 雄配子器的发育; *O*. 雄配子; *P—R*. 雌配子器的发育。*ap*. 頂細胞。(*I—R*. 临 Bruchmann)

从栽培上发現,它是比較喜欢阴湿的植物。

阴地蕨属(*Botrychium*)

孢子体 此蕨也是宿根草本,其形态与瓶尔小草相仿佛。叶是一重或几重,全緣的单叶或羽状分裂的复叶。孢子叶球与营养叶的形态相符合,也有不分裂、分裂及多次分裂的分别。

內部构造 阴地蕨各部器官的內部构造与瓶尔小草大致相同。莖中具管状的中柱,而木质部的发育是內始式,維管束也是內外排列。但阴地蕨具形成层,次生木质部很发达,所以全莖的构造除其单独的頂端分生細胞而外,与双子叶植物沒有什么不同。

配子体 成熟的配子体成短柱状、卵形或扁块状。体长由 1—20 毫米不等。雌、雄配子器与瓶尔小草相仿佛,但雌配子器的頸略长,且比較凸出而已。

生长环境 阴地蕨多半生长于北半球温带地区,但也有生长在南半球以及热带(如澳洲南部、新西兰及錫兰)的高山上。我国昆明西山附近各处、大理鸡足山等地都有产生。

七指蕨屬(*Helminthostachys*)

孢子体　七指蕨也是瓶尔小草科的1屬，所不同的是具有掌状的裂叶而已。其余各方面都与瓶尔小草及阴地蕨大致相似。

內部构造　中柱是管状构造，有內部及外部皮层。木質部的发育是中始式。其余方面沒有什么特殊之处。

配子体　七指蕨配子体生活的时期不長，原叶体柱筒形具不規則的分枝，且常发生不定芽来行无性繁殖。

生长环境　此蕨生于溫暖湿潤的地区。例如，印度、馬来一带，我国台灣和海南島都有。

觀音座蓮目(MARATTIALES)

本目特征　本目植物都是陆生草本，叶是复叶，很少数的只有1片小叶片。叶形从小到极大的都有，幼时頂端蝸卷，有膨大的关节，叶片厚而質略似皮革。莖是根莖或成球形，由莖部生长托叶状的附屬物。孢子囊成长圓或圓形的聚合囊。孢子囊远軸而生，其壳有数层細胞。原叶体生于地面，含叶綠体。

山馬蹄屬(*Angiopteris*)

孢子体　莖　莖短而肥，球状直立，大部分生于土中，其上生螺旋状排列的叶子。　叶　叶是二重羽状的复叶。叶柄基部肥大，有肥大肉質的托叶。叶长5—6米。叶柄粗大如人臂。小叶片狹长而頂端尖細成尾状，有鋸齿。1条中脉，支脉向两旁分布，二叉分歧。脉端并不連鎖。孢子叶与营养叶沒有区别。　孢子囊　孢子囊成为子囊群，生于叶緣附近。　根　根由莖向外发出，穿越托叶而达于土中，根肥大，具內生細菌。

內部构造　莖　幼莖是原生中柱，木質部同时有中始及內始2式，木質、韌皮2部成同心的周韌維管束，这就是韌皮組織圍繞木質組織而生。較老的莖是管状中柱，最老的因叶隙漸多而成分裂的网状中柱。莖內少有厚壁組織。莖端在幼嫩时期，大概具1枚四平面的倒金字塔形頂端分生細胞。植物成长时，此单独的頂端細胞便分裂成多枚分生細胞。　根　根具根冠。幼根的分生細胞大概也与莖相类似。根的中柱是二到十余原型。木質部的发育是外始式。　叶　在中脉之下，皮层有厚角組織。叶肉分栅栏及海綿两种組織。因种类及生态的不同，有在上表皮之下发生1层下皮层的。叶脉的韌皮部圍繞于木質部的外周，成同心維管束。　孢子囊群　当孢子囊的发育快要完成时，孢子囊群开始发育。最初在叶脉之上出現1个橢圓陷窩，短毛沿陷窩而生。由此陷窩发育成子囊群。其孢子原自下皮层細胞发生。由孢原不断分裂成孢子。絨毡层是孢原周圍的細胞分化而成。当孢子囊成熟时，其最外1层壳細胞特別加厚，在孢子囊外方近于頂

端之处有1条环带細胞，横繞于孢子囊。

配子体 孢子散布后，几天內卽呈綠色。內壁膨脹，外壁被脹破。孢子先行長大，然后分裂。其第一次的分裂是橫裂，由此分成2枚大、小不同的細胞，小的发育延长成假根，大的繼續不断地分裂成为原叶体。原叶体最初是近乎球形的細胞团，由此扩張发育，漸成心状，或不很規則而呈二叉分歧的平展体。此平展体具有几层細胞，其腹面有凸出的垫。 雌配子器 雌配子器生于垫中，少有发生于背面的。其构造与瓶尔小草的相似，但頸部比較粗短。其頸沟細胞大而含2个核。也偶然有在2核之間发生橫壁的痕迹。此器全部下陷于原叶体組織中。 雄配子器 雄配子器散生于原叶体的腹、背两面。形大而下陷。其构造也与瓶尔小草的相同。雄配子螺旋状多毛，体形很大，1个器之中，有产生几百枚之多的。

胚胎 接合細胞最初延长，然后橫裂成胚柄及胚的本身。胚柄細胞多寡不等，最少的是1枚，多則数枚。胚的本身細胞不断地分裂成1个多細胞的球状体。莖、根、叶都由接近雌配子器底的下半部球体所发育。其上半部虽然叫做基足，但其构造很不象1个完善的基足。胚胎漸长，終成独立的植物。而每1个原叶体，只生1个孢苗。

生长环境 山馬蹄生长于热带及亚热带地区。在錫兰、爪哇等地都有生产。我国云南、福建、台灣各处都有发現。生长的环境多在森林阴湿地区。它的根含有淀粉类的碳水化合物。解放前，云南边界的少数民族拿它作食粮，閩南人在荒年时則取它充飢。

古觀音座蓮属(*Archangioteris*)

孢子体 莖 莖匍匐生长于泥土中， 根 根粗大，不分叉，由地下莖的下半部长出。 叶 叶长約1米，是一重羽状的复叶，每1片叶子具7—12个小叶片，小叶片的柄膨大成节。叶有中脉，支脉由此向旁側分布。脉是二叉分，末端分开，不連鎖。叶柄中部膨大而基部有膨起的托叶构造。叶柄生长多細胞的鱗毛。孢子叶与营养叶的形状沒有分別。 孢子体 孢子囊成为孢子囊群。每1条支脉的两旁各生多枚子囊，而成为一行。子囊长圓形而頂端略向下陷凹，沒有环带，开裂是縱裂，子囊之旁有成为綫体多节而分歧的毛。 孢子 孢子很小，圓形。外壁很薄，密生极小的短刺状突起(第四編卷首图)。

产生地点 此特殊蕨类只有1属，約4种，产于中国与越南。其中1种，馬蹄蕨(*A. henryi*)产于云南南部蒙自附近。

(二)薄囊蕨亚綱(LEPTOSPORANGIATAE)

本亚綱特征 本亚綱蕨类陆生或水生。孢子囊壳只有1层細胞。孢子囊的原始細胞最初橫分成上、下2枚細胞，上細胞发育成孢子囊，下細胞发育成子囊杆。孢子同型或异型。

蕨目(FILICALES)

本目特征 薄囊蕨亚綱中仅有本目1目，但从前的人也有分为眞蕨亚目"Eufilicineae"及水

蕨亚目"Hydropteridineae"的。前者陆生而孢子同型，后者水生而孢子异型。蕨目又名真蕨目，其科、属、种类很多。現在略擇主要的叙述如下。

紫萁属(*Osmunda*)

孢子体　茎　紫萁属于薇科(Osmundaceae)，是多年生草本。茎短而坚，外周被叶柄基部及坚硬色黑的根所包圍。通常全部或一部分的茎埋于腐殖質中。　叶　叶是复叶，很大，其長可及2—3米，是一重或二重羽状复叶。叶柄基部有托叶状的翼。各种紫萁叶片的厚薄不一样，由皮革質到极薄的都有。叶常常生在茎的頂端，成螺旋状排列，具有很多細長柔軟的毛(图186. *A*, *D*, *E*)。　根　每1叶柄基部之下，发生两条不定根。根粗糙、坚硬、分枝繁多，包裹茎外。生長湿地的，其露于空气的根，有棕褐色的根毛，密生外周(图186. *A*)。　孢子叶　凡是生長孢子囊的叶片都沒有綠色，且叶片也退化，成为孢子叶。在叶子上，有分营养与能育(产育)2种叶片的。也有絕对分开为不同的孢子叶与营养叶2种的。如紫萁(*O. japonica*)的孢子叶，不呈綠色而呈黃褐色，孢子謝落，馬上就枯萎了。但也有在普通孢子叶的下半部(如图186. *B*)或上半部(如鋸齿薇)特化成营养叶的(图186. *C*)。紫萁的孢子囊生于孢子叶的"分枝"上(图186. *B*)。　孢子囊　孢子囊梨形而具有粗短的杆。环带丛生于頂端附近，成1团厚壁細胞，或是1条短而寬的横条。每1个子囊产生128—256枚孢子。　孢子　孢子濃綠色，很大，形圓，而有三角形突起的脊(图186. *F*—*H*)。

内部构造　茎　茎的頂端具1枚四平面倒金字塔形的分生細胞，茎的构造由此分化而成。茎的外周，有叶柄基部圍繞着。皮层寬厚，具棕黑色厚壁組織。中柱細小，当孢苗在最幼嫩时，中柱的构造是原生中柱。稍長，則成管状中柱。茎中除外生韧皮組織与外生内皮层而外，也偶有发生内生韧皮部及内生皮层的。維管束的横断面，有的成馬蹄形或半圓形。这和古代的种类相同。木質部的发育是内始及中始两式。韧皮、木質两部的排列是内外式。叶迹弯曲常成新月形。中柱全部的維管組織分化成1个网状的筒(图186. *I*—*J*)。　根　根尖具1枚四平面倒金字塔形的分生細胞，根尖有根冠。根有中柱鞘細胞2, 3层。中柱是二原型，但偶有三原型的。　叶　叶脉具有同心維管束，其分布是开放脉序。表皮1层，气孔生于下面。叶肉有胞間隙，細胞疏松排列。栅栏、海綿二組織的区别并不显明。全叶的組織是由1枚三平面的分生細胞分化而成。幼叶生毛很多。　叶柄　叶柄中有1条維管束，其横切面成半月形，这也与古代紫萁类相同(图186. *D*)。而构造則是同心的。内皮层不很显著。有无数膠質細胞散生在維管束之内。　孢子囊　孢子囊发育的情形，与一般薄囊蕨不很类似。其原始細胞与其他薄囊蕨相同，也是由1枚孢子叶的表皮細胞特化而成。但其全部或一部分的子囊杆則是由原始細胞邻近諸細胞分化而成，这是和其他薄囊蕨所不同的。孢子囊的原始細胞平周分裂成内、外2枚，外細胞是子囊壳原始細胞，継續分裂成为单层多細胞的子囊壳。内細胞是孢原。孢原向四周分裂成絨毡細胞及留居中央的初生产孢細胞。由初生产孢細胞継續分裂，成为产孢組織。再經过孢母細胞及減數分裂各步驟而成孢子。

配子体　孢子萌发时，内壁发生膨脹，将外壁依三角形的脊脹破，于是内壁由裂口向外凸出。当細胞略行延長之后，卽发生横断分裂，将1枚細胞分成較小的假根細胞与1枚較大的原叶

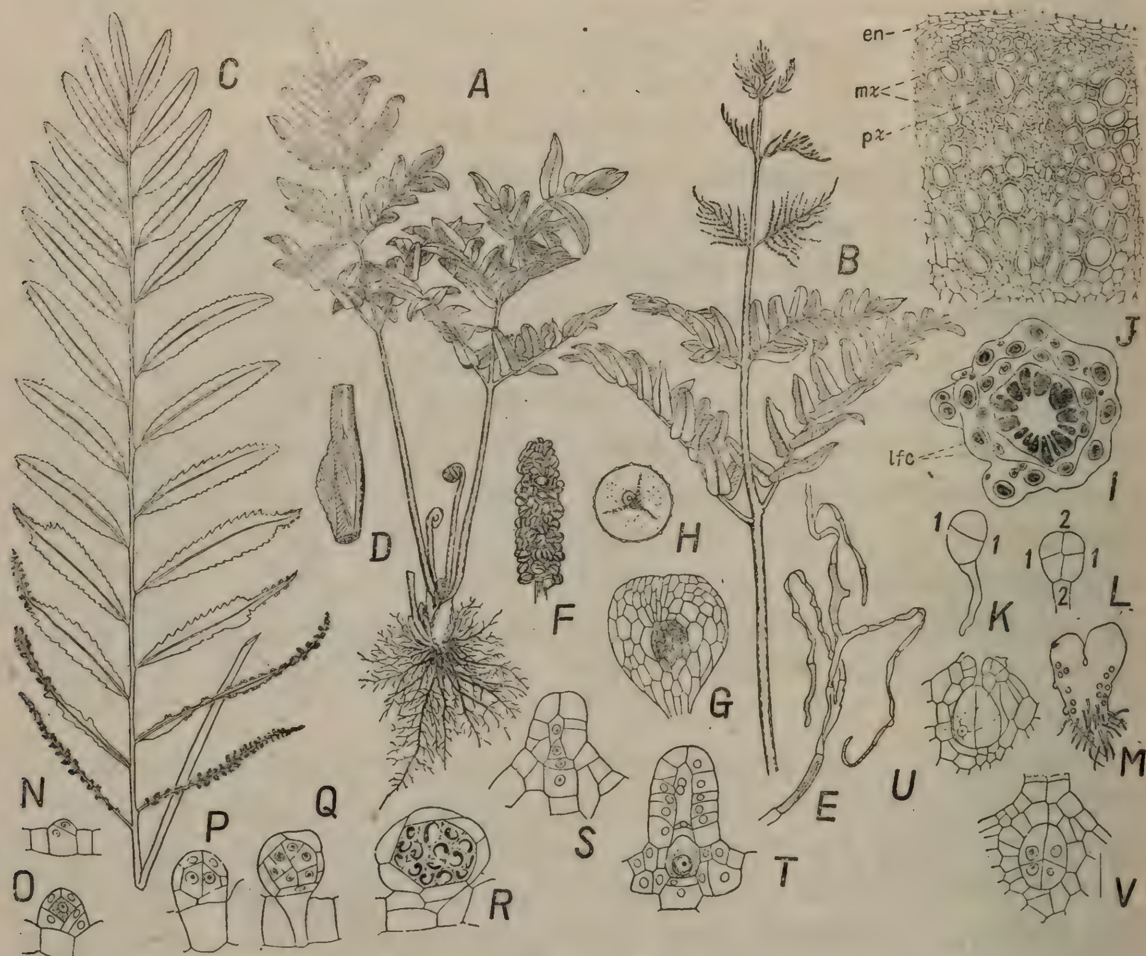


图 186. 紫萁: *A—B.D—H.* 紫萁(*Osmunda japonica*); *A.* 幼植物写生图; *B.* 叶的写生,其上端是孢子叶; *C.* 鋸齿薇(*O. banksiaefolia*)叶的写生,至叶下部的小叶片是孢子叶; *D.* 叶柄, 表示: 翼状的托叶构造; *E.* 胶质綿毛; *F.* 成球的孢子囊; *G.* 孢子囊; *H.* 四面型的孢子; *I—J.* 桂皮薇(*O. cinnamomea*): *I.* 茎横断面略图,表示: 維管柱、射綫、叶迹、厚壁皮层組織; *J.* 維管束的一部分,表示: 中始式的木質部及外韧管状构造; *K—M.* 孢子的萌发及原叶体的形成; *N—R.* 雄配子器的发育; *S—T.* 雌配子器的发育; *U—V.* 另种薇 *O. claytoniana* 胚胎; *U.* 4 細胞时期; *V.* 8 細胞时期。*lfc.* 叶迹; *en.* 內皮层; *px.* 原生木質部; *mx.* 后生木質部。(*A—B.D—H.* 实物写生; *C.* 临腊叶标本; *I—J.* 临石腊切片; *K—L.S—T.* 临 Campbell; *M—R.* 临 Smith; *U—V.* 自 Eames 临 Campbell)

細胞。原叶細胞最初横分,再縱裂, 便成为 4 枚細胞。在此 4 枚細胞中,居最前的 1 枚就是分生細胞。由此不断分裂,卽成为肉質而色深綠的原叶体。各种紫萁的原叶体形状不很一致,卽在同一种类,又每因性别而有所不同。生雄配子器的,其形長而狭,且不很規則,生雌配子器的, 則成心脏形而有中脉(图 186. *K—M*)。 雄配子器 雄配子器生長在原叶体的頂端或边緣的下面,通常与雌配子器异体而生, 但也有同体的。雄配子器发育之初, 較其他原叶体細胞生長得更快一些,不久,膨凸出于邻近各細胞。由此,横而斜裂为大、小不同的 2 枚細胞,居于上方而較小的,是雄配子器的原始細胞。此后, 雄配子器原始細胞継續向三方面横斜分裂。成为柄与基部。居頂

端的1枚金字塔形細胞又横分成上、下2枚。上細胞是壳原始細胞。下細胞是初生的雄配子产生細胞。壳原始細胞縱裂多次,成为几枚細胞。其中最后分成的1枚細胞居器的頂端或旁側,成为蓋細胞。当器成熟时,此細胞向外开裂与厚囊蕨相同。在壳内的初生雄配子产生細胞,先縱裂成2枚細胞,然后分裂成为100余枚雄配子。雄配子螺状弯曲,頂部纖毛丛生,构造与木贼的相同(图186. *N*—*R*)。 雌配子器 雌配子器沿边或依中脉而生在原叶体的腹面,它发育的步驟与瓶尔小草的相仿佛。最初发育的雌配子器母細胞不很显著,第一次的分裂是横断分裂,將母細胞分成蓋細胞及內細胞。內細胞有再横分成中央及基部2枚細胞的,也有不分的。蓋細胞作十字形的縱裂,成平列的細胞4枚。日后,再横断分裂多次,成为6层壳細胞。雌配子器的頸部直生,向外凸出。1枚頸沟細胞,具有2个核,也偶有横壁发生于2个核之間的(图186. *S*—*T*)。

胚胎 接合細胞依頸管作十字形的縱裂成4枚細胞,繼而横裂,便成为8枚細胞。如此不斷分裂,不久,便成1个多細胞的胚胎。子叶与幼叶是从靠近頸管的半球体分化而成。基足由另外的半个分化,基足很大而深入原叶体組織中。根的发育是內生式(图186. *U*—*V*)。紫萁与各种薄囊蕨相似,其孢子体通常由原叶体腹面的旁側向外生長而出。

生长环境 紫萁的分布遍于全球,尤以温、热2带为多。我国自古早就已經知道它,在詩經召南上有"言采其薇"之句。薇大概就是紫萁。从前的人常取其嫩叶以供食用。所以玉篇称薇为菜。其所以叫做薇的緣故,是因为它"似藿菜之微者也"。笔者所見产紫萁的地区是江西庐山,云南昆明附近以及福建各地。其化石种类之一(*Osmunda lignitum*)在我国东北撫順第三紀地层中曾有发現。

海金沙属(*Lygodium*)

孢子体 海金沙属属于海金沙科(Schizaeaceae)。 莖 莖是地下莖,匍匐生長,沒有鱗片。叶 叶軸无限伸長,細長而攀緣。叶成羽状或掌状分裂。叶脉二叉分,脉序开放。 孢子囊 孢子囊2行,生于叶背的边緣。孢子叶較营养叶略小,而形状沒有区别(图187. *A*—*B*)。孢子囊橄欖形。环带成杯状,生于比較尖小的一端,有特化的口,杆短,生于中部(图187. *E*)。每1个孢子囊有1条叶脉通連着。孢子囊由叶緣特化的"假子囊群蓋"来保护着。 孢子 孢子四面形,产量很丰富,每1个囊中产生128—256枚(图187. *F*)。

內部构造 莖 海金沙地下莖的构造至为簡单,其中柱是原始中柱,木质部的发育是外始式。据鮑威的意見,海金沙莖內沒有膜式的原生木质部[Bower a 1908]。笔者从切片看来,在其横断面上,則原生、后生两种木质部显然不同,但其加厚的花紋是否相同,則因限于材料,倘未能妄加否認。叶迹也簡单,是1条单独的同心构造而已(图188. *G*, *H*)。 孢子囊 孢子囊发生于叶的边緣。当发生之际,叶片向其旁側伸長扩張,因此,其位置便由边緣变成背面。此种轉移位置,名为"发生溜滑"(Ontogenetic slide)。孢子囊发育的步驟不似其他薄囊蕨类,而与瓶尔小草相似。其孢子囊的发育与整个叶緣組織都有关系,并非由1枚单独的表皮細胞分化而成。所以其孢子囊是孢子叶的1小叶片特化而成,且有叶脉与它通連(图187. *A*, *D*)。

配子体 原叶体扁平,綠色,心脏形。最初,孢子萌发成綫状体,不久,頂細胞向两旁分裂,成

图 187. 海金沙：*A.* 羽叶海金沙(*Lygodium fluxuosum*)的营养叶及小叶海金沙（*L. scandens*=*L. microphyllum*）的孢子叶写生图；*B.* 羽叶海金沙的根；*C.* 羽叶种一片小叶，表示叶脉分布；*D.* 小叶种的小叶片，表示叶脉和分布于边缘的子囊群；*E.* 小叶种的孢子囊；*F.* 孢子。*spl.* 孢子叶；*vel.* 营养叶。(1938 年采自云南河口的腊叶标本的写生)

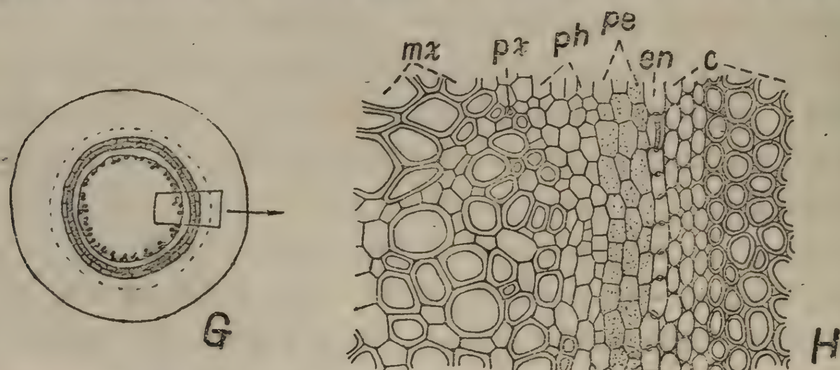


图 188. 海金沙：*G.* 茎的横断面略图；*H.* 茎的一部分放大。*mx.* 后生木质部；*px.* 原生木质部；*ph.* 韧皮部；*pe.* 中柱鞘；*en.* 內皮层；*c.* 皮层。(临石腊切片)

兩半面的分生細胞，原叶体便成为心脏形。但最后長成不規則的。配子器 雌、雄配子器大概与其他薄囊蕨沒有差异，只是雄配子較多，而雌配子器的頸比較直一些而已。

胚胎 胚胎发育的步驟与其他薄囊蕨相同。

产生地点 海金沙科是較小的1科，但分布很广，在我国习見的象：海金沙(*Lygodium japonicum*)是1种攀綠的藤本，自我国的陝西一直到澳洲的新西兰都有生产，据江西农民說，此蕨搗汁和酒，可解蛇毒。海金沙的1种(*L. Kaulfussii*)是第三紀时代植物，其化石发現于东北古城子及千金寨等地。

芒萁骨属(*Dicranopteris*)

孢子体 芒萁骨属属于里白科(Gleicheniaceae)，是陆生草本，多半旱生。莖 莖是地下莖，匍匐生長，長而分歧，具毛。根 根是須根，由地下莖的下面向外发生，成为3行或沒有次序。叶 叶成单行，由匍匐莖的上面生出，是羽状复叶。成假二叉分歧。分叉处有休眠芽。其外，有托叶状的叶片构造(图189.*A*)。叶脉多次分歧，末端不分离，被毛。孢子叶与营养叶沒有差异(图189.*B*, *F*)。孢子囊 6—12枚孢子囊成为1群，生于叶背小脉中部成为2行，无子囊群蓋(图189.*C*—*D*)。孢子囊具短杆，环帶完全，斜繞于子囊上。孢子 孢子四面型(图189.*F*)。

內部构造 莖 芒萁骨的莖多半是原生中柱，也有的略作星状构造，很少的具双韌管状中柱，以及外韌管状中柱而有內生內皮层圍繞髓部。无論中柱的构造如何，木质部的发育一概是中始式。莖的构造如果是原生中柱，則管胞与薄壁細胞間杂而生。木质部的外周有韌皮組織包圍着，再外則是中柱鞘，內皮层圍繞于中柱鞘之外，而紧貼皮层之內，皮层虽是薄壁組織，但其壁加厚得非常显著，通常全部硬化成厚壁构造(图189.*C*—*H*)。叶柄 叶柄基部的維管束成半圓形而两端向內彎卷。当其老时，半圈开口处有的分化后生木质部，于是全部的构造便成为1个伪管状中柱。在芒萁骨(*D. linearis*)的叶柄完全是双韌构造(图190.*I*)。內皮层的凱氏点分化明显，不象在莖中的不易分辨。而易于使人发生錯誤(比較图190.*H*，及[Bower 1908] 561頁图313.*C*，与[Smith 1938] 303頁图173.*B*即可知道)。根 根分枝繁多，中柱的构造是二到四原型。中柱鞘1层，紧繞于原生木质部从及韌皮部的外周，內皮組織1层，圍繞維管束之外。由內至外，皮层共4,5层，愈在外面的其壁愈厚，最外面的連細胞腔也剩下得沒有多少。所有皮层細胞的壁都成棕黑色，腔中滿貯碳水化合物的顆粒(图190.*J*)。孢子囊 子叶发育之先，由叶的背面向外发育1个立体的子囊托(图190.*K*)。子囊由其边緣，或边緣及頂端各方，向外发生(图190.*K*—*M*)。芒萁骨每群子囊的數目是5—10枚，但也有較多的。子囊发育的步驟与标准的薄囊蕨式大到相同。其中央細胞与其他里白科的蕨类不同，并不下陷于子囊托的組織中(图190.*N*)。絨毡层最先仅有1层細胞，包圍中央細胞而生。不久，平周分裂为內、外2层，內层膨大得很显著，且通常有多核現象(图190.*O*)。其細胞壁最終被吸收而消失，原生质及細胞核凝集而混合于孢子組織之旁。絨毡层的外层紧貼于子囊壳之內，其形狹小(图190.*O*)。在成熟的子囊中，尙有其遺迹可寻。子囊的最外层，永远是单层构造，当子囊发育生長之时，其細胞也行輻射分裂。环帶是

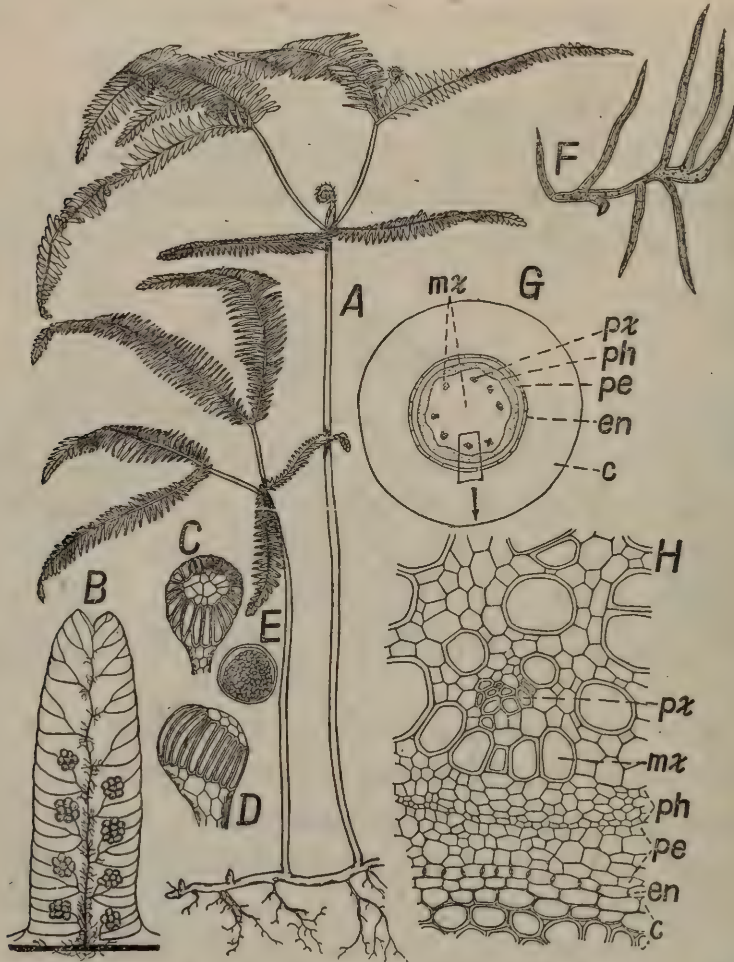


图 189. 芒萁骨: *A*. 芒萁骨 (*Dicranopteris linearis*=*D. dichotoma*=*Gleichenia linearis*) 孢子植物体的写生图, 表示: 匍匐茎、直立茎、頂芽、托叶状的构造, 假二叉分歧等; *B*. 叶脉分布及子囊群; *C*. 子囊正面观; *D*. 子囊側面观; *E*. 孢子; *F*. 分歧的毛; *G*. 匍匐茎的横断面略图; *H*. 中柱一部分的放大。*px*. 原生木质部; *mx*. 后生木质部; *ph*. 韌皮部; *pe*. 中柱鞘; *en*. 內皮层; *c*. 皮层。(*A*—*F*. 实物写生, *G*—*H*. 临活物徒手制片)

冠細胞及旁側細胞所分化而成。居子囊中央的孢子原不断地分裂成为孢母細胞, 經減数分裂后成为四分孢子, 最后分散成孢子。芒萁骨每 1 个子囊中, 孢子的产量是 251 及 319 两种, 但同科中有的多到 800 以上, 若依产生孢子的細胞而推算, 則竟可多到 1,440 枚, 但实际上沒有如此众多的。鮑威[Bower 1908]曾取 4 种芒萁骨的孢子产生量来計算, 而得着平均的数目是 256 枚。

配子体 配子无綠色, 孢壁很厚, 发育迟緩, 发育的步驟与原叶体的形式、构造都和紫萁相同。原叶体也是 1 个薄片体, 而中部也有較厚的中脉(图 190. *P*)。雄配子器生在 1 面或 2 面、而雌配子器只生于腹面。 雄配子器 雄配子器发育的步驟也与紫萁相类似。但雄配子的产量較多而已 (图 190. *Q*—*R*)。雄配子的形式与其他高等眞蕨相同。 雌配子器 雌配子器发育的步驟与其他薄囊蕨相同。成熟雌配子器的頸部特別长, 高 8—12 层。頸直生或弯向原叶体的分生細胞。器內多半具有 1 枚頸沟細胞, 而含有 2 个核(图 190. *S*)

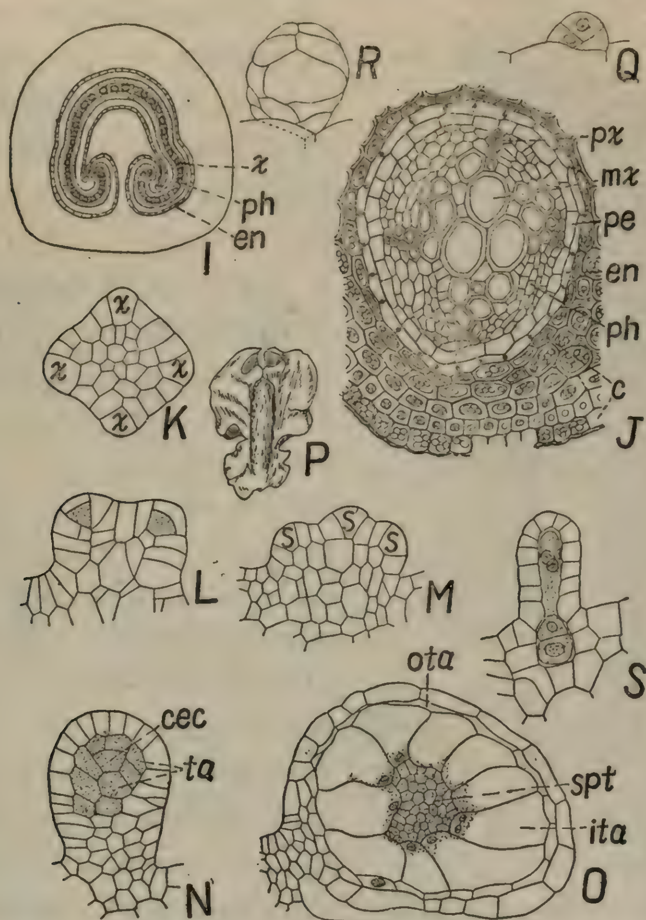


图 190. 芒萁骨: *I*. 叶柄横切面; *J*. 根的横切面, 表示: 四原型的木質部并厚壁皮层細胞等; *K-O*. 孢子囊形成; *K*. *L*. 另种芒萁骨 (*G. flabellata*); *K*. 幼子囊群的平切面; *L*. 同*K*的纵切面; *M*. 芒萁骨的幼子囊群; *N*. 另种 *G. circinata* 幼孢子囊的縱切面; *O*. 另种 *G. flabellata* 将成熟的子囊, 表示: 內层絨毡細胞特别膨大; *P—S*. 另一种 *G. pectinata*; *P*. 原叶体; *Q*. 幼雌配子器縱切面; R. 成熟雌器表面观; *S*. 雌配子器。*px*. 原生木質部; *mx*. 后生木質部; *ph*. 韌皮部; *pe*. 中柱鞘; *en*. 內皮层; *c*. 皮层; *x*. 木質部; *s*. *s'*. 子囊原始細胞; *cec*. 中央細胞; *ta*. 絨毡細胞; *ota*. 外絨毡細胞; *ita*. 內絨毡細胞, *spt*. 产孢組織。(*I—J*. 临徒手切片, *K—O*. 临 Bower, *P—R*. 临 Campbell)

胚胎　胚胎如何, 現在知道得还不詳細, 大概是薄囊蕨式的发育。当胚胎在 4 枚細胞的时期, 其靠近原叶体前面的 2 枚細胞分化成叶及莖, 后 2 枚成根与基足。

生长环境　里白科蕨类多生长于南半球的溫、热 2 带。在向阳干旱山坡成片生长。我国产的有多种, 其产区由长江以南直到华南的香港、海南島、西南的云南、貴州等地。

苹属(*Marsilea*)

孢子体　苹属属于苹科, 是水生蕨类, 生长于水塘中。　莖　匍匐生长在淤泥中。　叶　叶柄很长, 叶是羽状复叶, 具 2 对小叶片, 叶二叉分歧而末端不分离。　孢子囊　孢子囊有特殊的壳包裹着, 成为小坚果状的孢子果。孢子与孢子囊都有大、小的分别, 大孢子囊中有 1 枚大孢子,

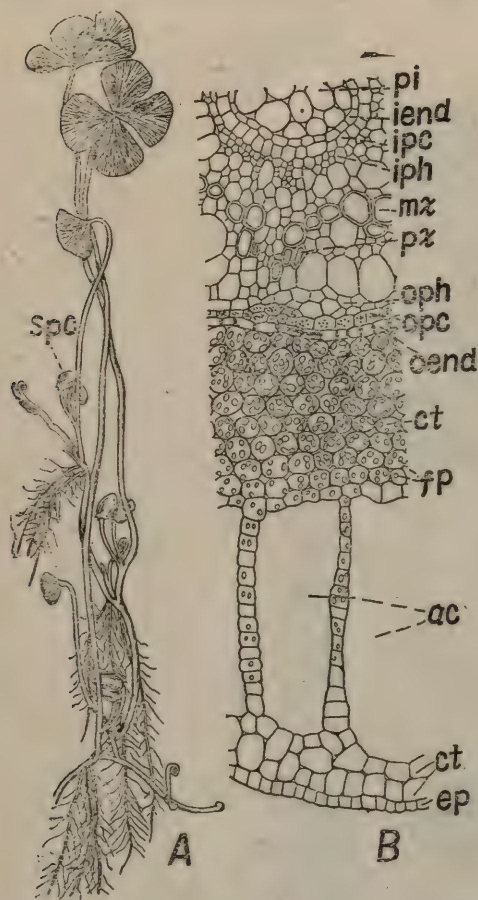


图191. 苹: *A.* 苹 (*Marsilea quadrifolia*) 的写生图, 表示:叶序、分枝、腋芽、幼叶、孢子囊、不定根; *B.* 匍匐茎一部分的横断面, 表示, 双韧管状中柱。*spc.* 孢子果; *ep.* 表皮层; *ct.* 皮层; *ac.* 气室; *fp.* 食物粒; *oend.* 外生内皮层; *iend.* 内生内皮层; *opc.* 外生中柱鞘; *ipc.* 内生中柱鞘; *oph.* 外生韧皮部; *iph.* 内生韧皮部; *px.* 原生木質部; *mx.* 后生木質部; *pi.* 髓。(*A.* 实物写生, *B.* 临徒手切片)

小孢子囊中有多数小孢子(图 191. *A*)。

內部构造 茎 苹的茎中具有双韧管状中柱,有內生、外生內皮层及叶迹, 木質部的发育是外始式(如 *M. vestita*),也有原生木質部分化得不很明显的,象苹(*M. quadrifolia*) (图 191. *B*)就是这样。

孢子果 孢子果是特化的叶片。其內, 滿生孢子囊。孢子囊之外, 另有子囊盖包圍着。孢子果非常堅硬,且富有抵抗力, 从已經干固 50 年的腊叶标本或浸泡于 50 度酒精中 20 年的孢子果,其孢子都还能萌发。当它一旦偶有破裂, 其中胶質体立卽吸收水分而发生膨脹, 孢子果因膨脹而向两边开裂, 成为两瓣。胶質体自荚內向外延長成 1 囊状构造(图 191. *A*, 图 192. *E*—*F*), 子囊群固着其上,孢子囊有大、小之分, 其发育都是薄囊式(图 192. *G*),小孢子囊含小孢子多枚,大孢子囊仅含 1 枚大孢子。

配子体 雄配子体 雄配子体都在孢子的內部发育,其步驟与卷柏相似,雄配子体中发生 2 枚雄配子器。雄配子将成熟时,孢子壁才开始破裂,雄配子器便凸露于外。雄配子甚为别致, 前部尖細,愈后愈粗,作螺旋状的弯曲 10 余次,尾部圓鈍成球囊,內含淀粉及蛋白質的顆粒。纤毛多根,生于螺螄鈷較后的部分(图 192. *H*—*O*)。 雌配子器 大孢子長圓形,一端有小型球狀的凸起,雌配子器卽在此凸起的构造之中, 雌配子器发育的步驟与其他蕨类相同。成熟的具有 2 层頸細胞,每层是 4 枚細胞。器中有雌配子細胞,腹沟細胞与頸沟細胞各 1 枚。雌配子体成熟时, 大孢子壁之外,发生胶質层(图 192. *P*—*R*)。

胚胎 交配之时,雄配子穿进胶質层(图 192. *S*),再入于雌配子器內,然后与雌配子融合。接合子的萌发非常迅速,其发育的步驟,与其他薄囊蕨沒有什么差别。最初接合細胞依雌配子器頸管而縱裂(图 192. *T*),然后横分。在 4 枚細胞的胚胎中,日后每 1 枚細胞分化成 1 个器官: 卽茎、子叶、根、基足。茎与基足居于下,茎之上是子叶。基足之上是根,最先发育的叶, 无小叶片。随后发育的,具 1 对小叶片。最后发育的是具 4 枚小叶片的(图 192. *U*)。

生长环境 苹科的分布很广,产生于溫带及热带,澳洲生产很多,苹(*M. quadrifolia*) 是我国的习見种, 南北各地都有产生, 而以江南各地为多。本草集解有"四叶合成一叶如田字者苹也",

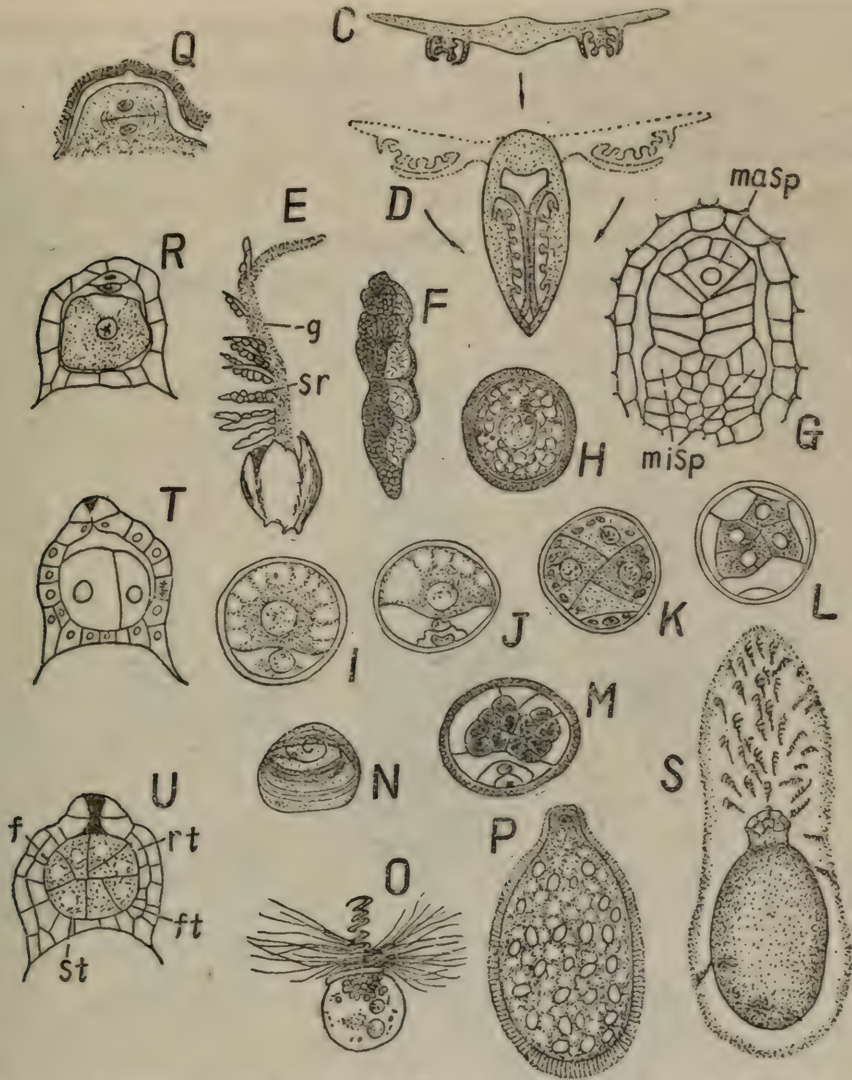


图 192. 苹：*C—D*. 孢子果演化过程想象图；*E*. 子囊的萌发；*F*. 子囊群的放大表示：大、小孢子囊及孢子；*G*. 孢子囊的发育；*H—O*. 苹的一种 *M. vestita* 雄配子器及雄配子的形成；*P—R*. 同上种雌配子器的形成；*S*. 雄配子进入雌配子体的胶质层中；*T—U*. 胚胎的发育。*sr*. 子囊群；*g*. 胶質体；*masp*. 大孢子囊；*misp*. 小孢子囊；*lf*. 叶；*rt*. 根；*ft*. 基足；*st*. 莖。(*H—J. L—M. O. R. T—U*. 臨 Campbell，*p—Q. S*. 臨 Smith，*N*. 自 Campbell 臨 Shaw)

而詩經召南則有"于以采苹"，这説明我国人民对于苹早就有了訆識。

膜叶蕨属(*Hymenophyllum*)

孢子体 膜叶蕨科(Hymenophyllaceae)蕨类，通常小型。 莖 莖細小，匍匐生長，附生树干及岩石上，很象地衣与苔类，且由叶腋分枝。 根 較小的种类沒有根，而莖与叶柄甚至叶片上均可发生根毛，来行吸收功能。 叶 叶极薄，多数种类的叶片与蘚相似。此类极薄的叶片也竟有能抗旱的。当其干到坚硬枯萎时，一遇湿潤卽又苏活。叶片光滑，或有毛，是单叶或裂叶。分

裂时成羽状或二叉分。生有分到纤細象毛状体与生長水下的被子植物相似的。此外也有与苔类的原叶体相似的(图 193. *A*)。 孢子囊群 孢子囊生長成群,子囊群生在叶的边緣,而往往在 1 維管束的末端。子囊群盖有杯状、筒状、瓣状各式(图 193. *B*)。子囊通常很多,由長形的托生出,沒有柄或具粗短的柄,也有下陷生長的。其形状是近于圓球或成扁形。环带完全,斜生或近于横生,沒有特殊的口。子囊产生孢子的数量由 32—421 枚。孢子囊的形成是薄囊式的模式发育,其絨毡层含 2 层細胞。孢子叶与营养叶有别或无别(图 193. *D*—*I*)。 孢子 孢子四面型,外壁很薄而有小凸起(图 193. *F*)。 无性繁殖 无配子生殖与无孢子生殖都見于本科。

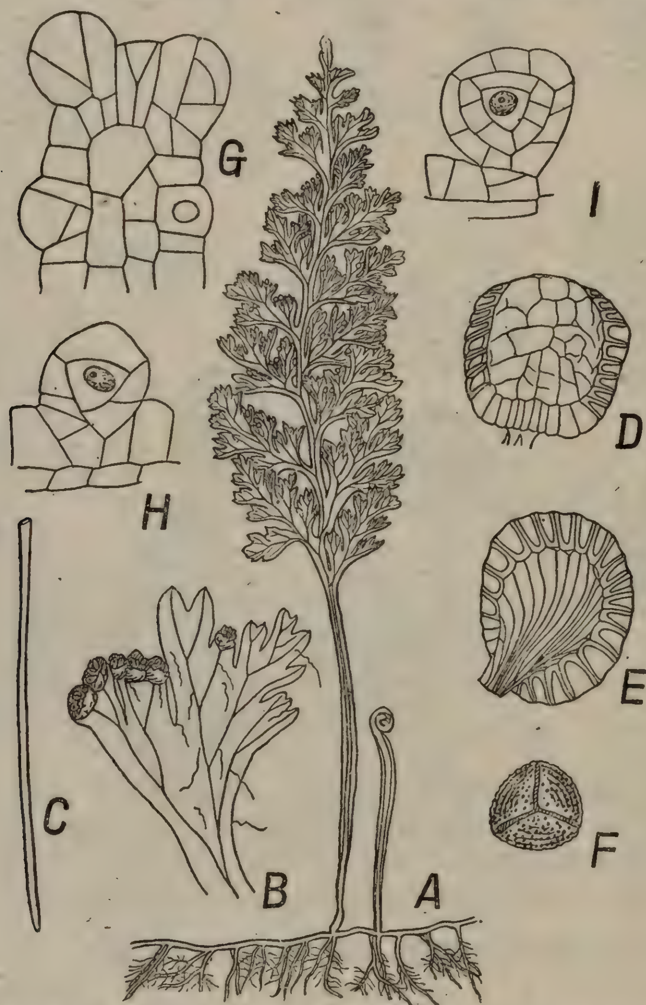


图 193. 膜叶蕨: *A*. 膜叶蕨(*Hymenophyllum badium*)写生图,表示:根、匍匐茎、幼叶、老叶、叶緣的子囊群; *B*. 叶片一部分的放大,表示瓣状子囊群盖、子囊群及毛; *C*. 毛的放大; *D*—*E*. 子囊的正面及背面; *F*. 孢子; *G*—*I*. 另种 *Trichamunes cyrtotheca* 子囊的发育。(*A*—*F*. 临腊叶标本,該标本系于 1935 年采自广东省惠阳县莲花山莲花寺, *G*—*I*. 临 Campbell)

內部构造 膜叶蕨的維管系統是很簡单的。 莖 莖是原生中柱,木質部除偶有外始式的而外,一概属于模式的中始发育(图 194. *J*)。 叶 多数膜叶蕨类的叶片,除叶脉而外,只有 1

层細胞而已(图 194. *K*)。偶有具支脉的，但其中幷无維管束的存在。此外也有少数种类的叶片的厚度是3—4层細胞的，但无气孔及胞間隙。叶脉是二叉分歧(图 193. *A*—*B*)，脉中的木質部很不发达。 根 根的构造与一般薄囊蕨相似，是二原型或单原型(图 194. *L*—*M*)。但沒有根冠，这是特別的。 孢子囊 孢子囊由托而生，具有横繞而斜的环带，杆短。

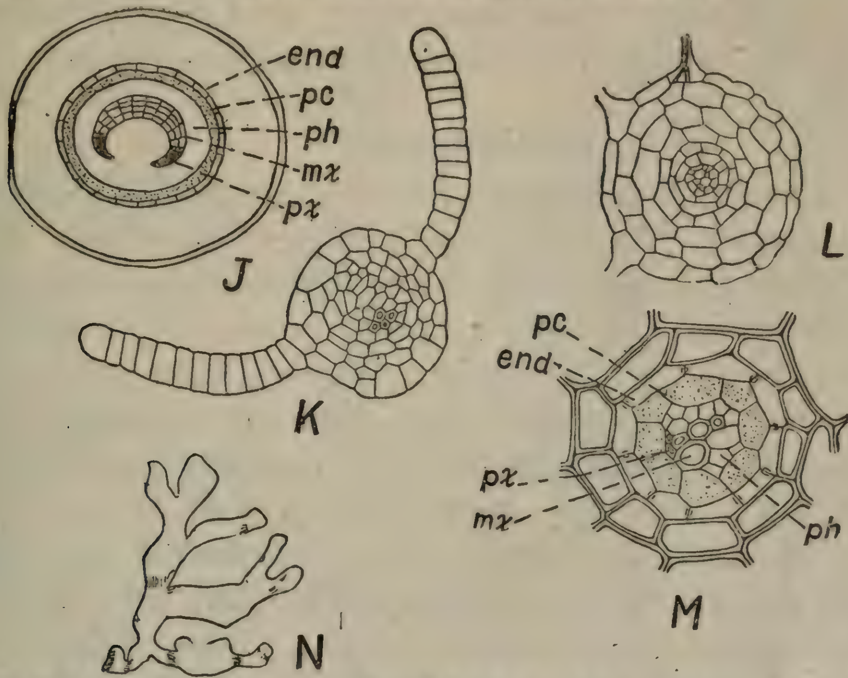


图 194. 膜叶蕨：*J*. 膜叶蕨的 1 种 *H. recurvum* 莖的横断面略图，表示：单原型的中柱构造；*K*. 另种 *H. australe* 叶的横切面，表示：单层細胞的叶片；*L*—*M*. 另种 *H. revurvum* 根的横断面；*N*. 某种膜叶蕨 *Hymenophyllum* sp. 的原叶体。*end*. 內皮层；*pc*. 中柱鞘；*ph*. 韌皮部，*px*. 原生木質部；*mx*. 后生木質部。(*K*. 临 Smith，其余临 Campbell)

配子体 配子体有綫体、叶状、叶状而分裂或分枝或成带状等等。在綫体种类中，繁殖器官生于側枝。叶状的則生在較厚的边緣或裂片上(图 194. *N* 及图 195. *O*)。雄配子器 雄配子器具单

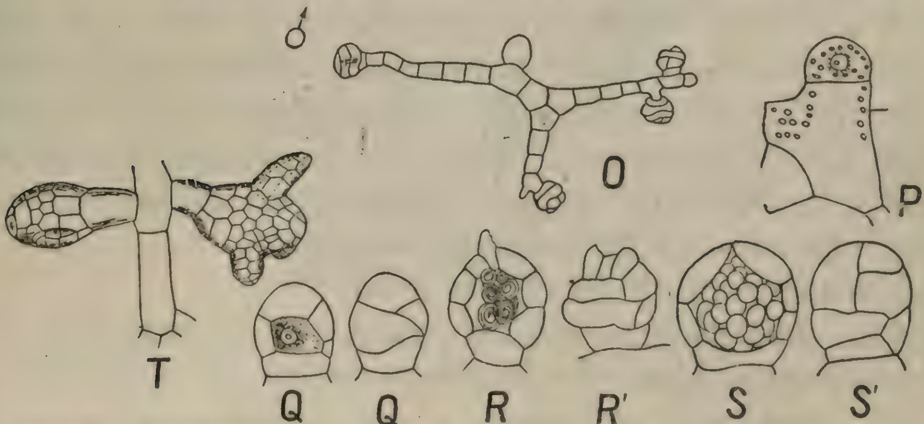


图 195. 膜叶蕨：*O*. 綫形雌配子原叶体；*P*—*S'*. 雌配子器发育过程；*T*. 膜叶蕨的一种 *Trichomanes rigidum* 的雌配子枝及雌配子器，*R*. *S*. 縱切面，*R'*. *S'*. 表面观。(*T*. 临 Goebel，余临 Campbell)

細胞的柄，其壳具細胞数枚，与里白及薇2科很相类似。但大概沒有特殊的盖細胞与漏斗状的基殊細胞，其产生雄配子的数量必多于32枚(图195. *O—S′*)。雌配子器 雌配子器成球而丛生于特部粗厚的繁殖枝上。其外有鞘包圍，器內与其他蕨类沒有不同，但其頸是直生或弯生(图195. *T*)。

胚胎 知道得还不詳細，大概是薄囊式。

生长环境 此种蕨类多数产生于南半球，其分布很广。自烏苏里、庫頁島至新西兰都有，在我国广西、云南、福建、台灣等地都有生产。生长在森林中阴湿的树干或岩石上。

蕨属(*Ceratopteris*)

孢子体 蕨也称水蕨，原属水龙骨科(Polypodiaceae)，今改归蕨科(Parkeriaceae)，是水生或半水生植物。全体自由漂浮，或生长于湿泥中。 茎 茎短，匍匐或直立，有鱗片。 根 根是須根。 叶 叶2型，互生。营养叶直立或平展漂浮，皮革質，闊而光滑，羽状分裂成具3小叶片。叶脉网状，沒有內含的小脉。叶柄基部常发生不定根(图196. *A*)。 孢子叶 孢子叶直立，分裂較多，小叶片成綫条状(图196. *A—B*)。 孢子囊 子囊杆很短，沿叶脉而生，滿布叶面。也有的成单行或双行与叶脉平行，而生在边緣附近。环带紉繞，其具有4—10枚細胞的，孢子囊开裂时不很規則。其具有20—70枚細胞的，則是横裂(图196. *C*)。孢子产量的多少因种类而有不同，有产生16枚的，也有32枚的。 孢子 孢子同形，很大，四面型，有肋(图196. *D*)。

內部构造 茎 茎肉質。幼茎具原生中柱。植物漸长，中柱逐漸分裂，卽成为管状中柱而具有网状分裂的維管束筒。而在較老部分，則維管束筒更行分散，最終成为分体中柱。 根 不定根由叶迹的內皮組織所发生。根之皮层組織中，有空气隙。其中柱的构造与海金沙及滿江紅相似。 叶 标准的薄囊蕨的叶原基都是从茎的表皮細胞所发生。蕨叶具1枚頂端分生細胞，叶的构造都由此分化而成。有翼片或小叶片的，它的原基都从頂端之下发生，由叶緣側出生长，成特殊凸出的部分，日后平展扩張，便成为翼片或小叶片(图196. *E*)。 孢子囊 孢子囊的原始細胞，发生于叶緣附近。子囊发育的步驟是絕对薄囊蕨式。但絨毡組織具2层細胞。孢原产生4或8枚孢母細胞(图196. *F—G*)。

配子体 孢子萌发时，外壁破裂。內壁与原生質体向外膨突，并延长生长，成为1管。不久，分出1，2枚假根細胞。此后，有发生分生細胞的，也有不发生特殊的分生細胞的(图196. *H*)。沒有分生細胞的原叶体比較小，其形状象篦，雄配子器滿生于边緣(图196. *I*)。有分生細胞的原叶体，多半是心脏形，但各边緣細胞生长的速度不同，結果往往成畸状发育。在此种原叶体上，雌、雄配子器都有发生(图196. *J*)。 雄配子器 雄配子器的发生限于原叶体的边緣細胞，蕨的雄配子器下陷于原叶体的組織中，这是与他类薄囊蕨所不同的(图196. *I*，*K*.)

胚胎 蕨属胚胎的发育与其他薄囊蕨沒有什么不同。

生长环境 蕨科仅1属，共5，6种，都生长水湿地区，分布很广，美国南部、日本、印度与太平洋群島都有。其嫩叶可供食用。产于我国海南島的是 *C. thalictroides*，在感恩县尖峰山放牛坡附近极为普遍。其他地区如南京的八封洲也有生产，而湖北与福建的連城及厦門都有发現。現在听說云南南部新平等地也有发現，但詳細情況还不清楚。

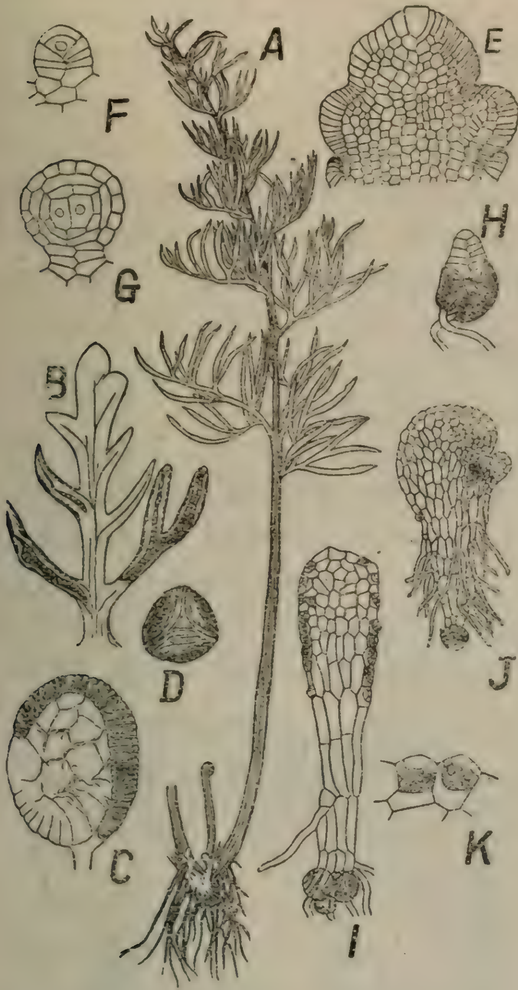


图196. 蕨: *A*—*D*. 蕨(*Ceratopteris thalictroides*); *A*. 整个植物体的写生, 表示: 直生細裂的孢子叶; *B*. 孢子叶的一部分, 表示: 叶緣的翻卷以复盖子囊; *C*. 孢子囊; *D*. 有肋的孢子; *E*—*K*. 另种 *C. pteridoides*; *E*. 幼叶, 表示: 二平面向两边分裂的頂端分生細胞等; *F*—*G*. 孢子囊的发育; *H*. 孢子的萌发; *I*. 原叶体及雄配子器; *J*. 原叶体及雌配子器; *K*. 雌配子器。(*A*—*D*. 臨腊叶标本, 1935 年采自海南島感恩县尖鋒山放牛坡, *E*—*K*. 臨 Kng)

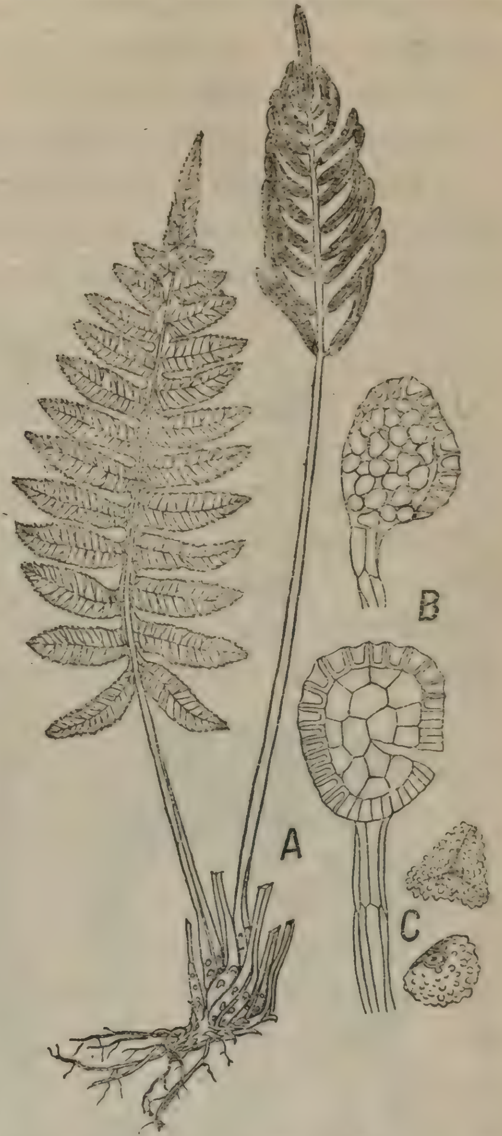


图197. 瘤足蕨: *A*. 瘤足蕨(*Plagiogyria adnata*) 写生图, 表示: 营养叶、孢子叶、膨大的叶柄基部, 及腺状贅疣; *B*. 孢子囊的两面观; *C*. 孢子的正、側面观。(臨 1935 年 8 月采自广东省惠阳县蓮花山蓮花寺的腊叶标本)

瘤足蕨属(*Plagiogyria*)

孢子体　瘤足蕨属属于瘤足蕨科(Plagiogyriaceae), 此科只有 1 属, 即瘤足蕨属。 茎　此蕨陆生, 茎短, 直立而坚硬, 沒有鱗片, 也有的发生匍匐茎。 叶　叶柄基部肉質膨大, 有两行腺状贅疣, 嫩时有胶質毛复蔽着。叶是羽状复叶或裂叶, 草質或革質, 光滑, 微呈二型。叶脉二叉分歧, 分离。 孢子叶　孢子叶与营养叶异型, 孢子叶的小叶片退化, 成細而長的綫形。 孢子囊　孢子囊

群生，沒有囊群盖。孢子叶的边緣翻轉，将子囊群复盖着。子囊具长梗，环带斜生，有一定的口，开裂时是横裂。 孢子 孢子球状而具 4 面，外壁很薄，每 1 子囊中产生 48 枚 (图 197. *A*—*C*)。

內部构造 茎 茎是网状中柱。

配子体 原叶体及雌、雄配子器都与其他薄囊蕨类相同。

产生地点 此属約有 35 种，生长于新几內亚、喜馬拉雅山、日本、馬来亚、美国、墨西哥等地。我国也有多种，峨嵋瘤足蕨(*P. assurgens*)产于四川西南部高山地区，瘤足蕨 (*P. adnata*) 产于广东，亨氏瘤足蕨(*P. Henryi*)产于云南、浙江、安徽等省，而最近在福建也有发現。

桫欏属 (*Cyathea*)

孢子体 桫欏科是高大木本蕨类的集团，一般所說的树蕨，多半属于此科。 茎 茎成乔木或灌木状，高的通常达 15 米，也竟有达到 25 米的。其直徑則是 25—50 厘米，茎高的分枝或不分枝，茎干矗立，頂端羽叶丛生如盖(图 198. *A*)。矮的分枝繁茂，成灌木状。也有的在直立茎之下，发生匍匐生长的横茎，由本科各种蕨类生长狀況的比較研究而知树状的或由匍匐种类所演进而来。 叶 本科蕨类的叶，長达 7—8 米，寬約 1 米多，通常是二重羽状的复叶，叶脉开放，也有互相穿連的，但不成网状(图 198. *A*, *E*, *F*)，也有的在叶的基部具有小型叶片状的构造，看来可能是由基部的小叶片特化而成的。幼叶与叶的外表，有扁鱗丛生。鱗片棕褐色，很光亮，其尖端具

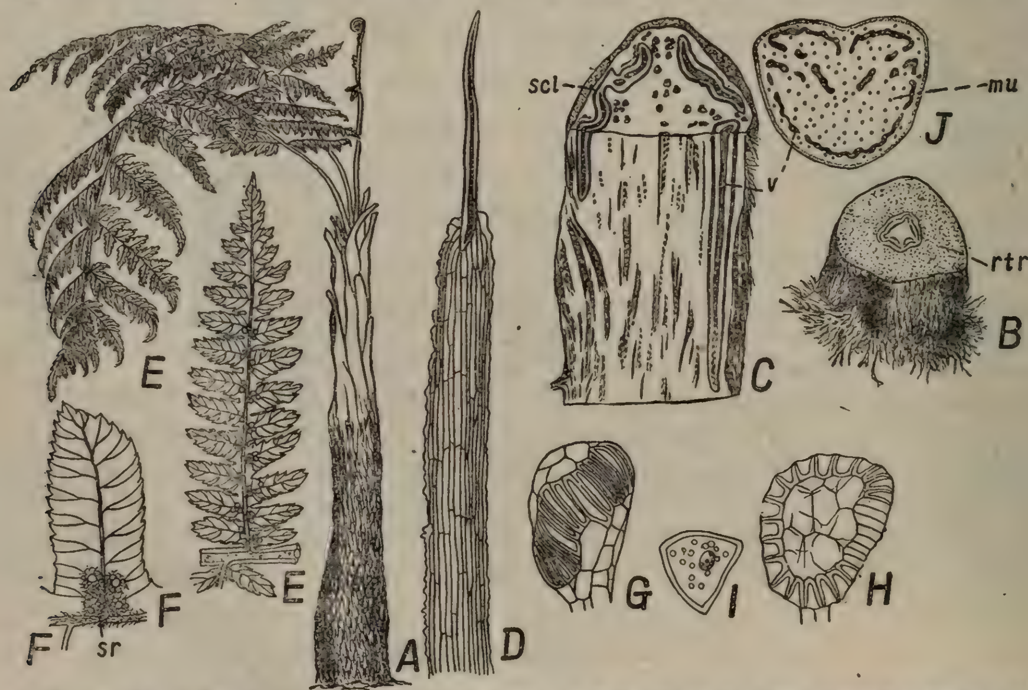


图 198. 刺桫欏：*A*. 刺桫欏(*Cyathea spinulosa*) 全树写生；*B*. 横断的树干基部，表示：中央的茎部构造和外圍不定根穿織的部分；*C*. 茎的横断面与纵断面，图中粗黑綫及点代表厚角組織，黑白相間的条状构造是木質部；*D*. 尖端具有胶刺的柱状复細胞毛；*E*. 小叶片及叶軸的一段和叶背的子囊群；*F*. 小叶的 1 个裂片与子囊群；*G*—*H*. 子囊的正、側面观；*I*. 孢子；*J*. 叶柄横断面略图。*mu*. 胶質細胞；*sr*. 子囊群；*scl*. 厚角組織；*rtr*. 不定根部分，*v*. 維管束。

(全部临活标本及徒手制片)

有1根胶质刺毛(图198. *D*)。树蕨有落叶的，也有叶的基部永不脫落的。 根 树蕨的不定根环著而易受注意。在茎的外周，不定根圍繞网織，成一厚层(图198. *A*, *B*)。 孢子囊 孢子囊具显带，环带縱繞而略偏斜，有裂口的构造，但不很发达，子囊杆有縱列的細胞4行(图198. *G*—*H*)。子囊盖发达或不发达，有匙形、鱗形、杯形、罐形、圓球形等等，此外，也有仅余遺迹的。子囊之旁发生隔絲。孢子四面型，产量不多，通常是64枚(图198. *I*)。

內部构造 茎 树状蕨类，树干最下面的1, 2节是原生中柱。略为向上一些的地方，则是管状中柱。再上，则成分裂繁碎的网状中柱。如果配合叶迹来看，则竟与分体中柱无别(图198. *B*—*C*)。中柱而外，茎的皮层很薄，髓部广大，并无形成层的发生。刺桫欏(*C. spinulosa*)維管束的构造是中始式双韧的，又皮层及髓部內都有胶质細胞散布生长。其胶初无色，遇空气则变成黃褐色，其味甘澀。 叶 叶很薄，上表皮似較下表皮略薄。下表皮細胞常向外膨凸，气孔腎脏形，生于叶的下面。叶肉自上而下具細胞4—5层，沒有栅栏、海綿2組織的分化。細胞近于球形或不規則。在叶的下方，气室很多，上部較少。叶綠体成圓球到長圓或橄欖形，滿布叶肉細胞中，而于表皮細胞中也偶有存在。 叶脉 桫欏的叶脉非常別致，其維管束是1大、1小，上下重迭，依貼而生。在横断面上，形如葫芦。且每1維管束与根的构造完全相同。木質部居中，是外始式及二原型。木質部的上下、两旁各有韧皮組織。外圍有中柱鞘，再外则有1层內皮层細胞。叶脉的上、下表皮細胞都可向外延长生长，成为綫体多节而偶然有分叉的毛。下皮細胞形狀較小，通常分化成厚壁組織(图199. *L*)。 叶柄 叶柄上面略似扁平，而下面成圓形。在上面的中央有1条下陷的凹縫。維管束沿边緣附近而生，成1筒形。但在上方凹縫之內，与两边小叶片出生之处，则弯折向內且各成双行。所以全体略似1个倒八字形(图198. *J*)。叶柄皮层很狹，从內到外約有細胞10层。其外周是小型的厚壁組織。髓部細胞与皮层相同，在維管束內周的，往往特化成小型的厚壁細胞，髓与皮层之中，往往有大型的胶質細胞散布生長，表皮仅仅1层細胞，且常向外发生分叉多节的毛。叶柄的維管束在横切面上形狀不一，有略似腎脏、几字、蝙蝠、波浪长条等等，維管束的中央有1, 2层木質細胞，內外都有韧皮組織夹着而生。其构造是双韧的。每1維管束中，其原生木質部通常生长于維管束向外周凸出的部分。后生木質部则生于其余部分。而二者的发育是外始式与中始式(图199. *K*)。 根 在茎旁的不定根，多数的是死根，其构造仅有皮层保存。死根皮层是10余层棕黑色的厚壁細胞，这些細胞沒有胞間隙，且有的含胶質。在活根中，中柱的构造是外始式，二原型。 孢子囊 子囊群生长于中脉的两旁，列成2行。桫欏的子囊群中央有托，子囊有由托而生的(图198. *F*)。子囊发生的步驟及方式与其他薄囊蕨完成相同。孢子囊具短杆。环带发达，縱裂而斜繞，都具厚壁細胞10余枚。孢子四面型，外壁很厚(图198. *G*—*I*)。

配子体 原叶体都是心脏形，但較普通所常見的(如水龙骨科)略为長厚，且有脊脉。原叶体常因不断分叉，而失其本来形狀。 雄配子器 雌、雄配子器通常生长于原叶体的腹面，其地位与一般蕨类沒有差別。雄配子器具1个单細胞的柄，另有1枚漏斗細胞，1枚环細胞与1枚盖細胞。 雌配子器 雌配子器也很特殊，其頸很长，具6, 7层細胞，頸直或略弯，高出原叶組織之外。頸溝細胞通常具2核，偶有4核或少有分化成2枚細胞的。

胚胎 此科蕨类胚胎的发育如何，还知道得不够詳細。接合子初次的分裂是縱裂，其后，大

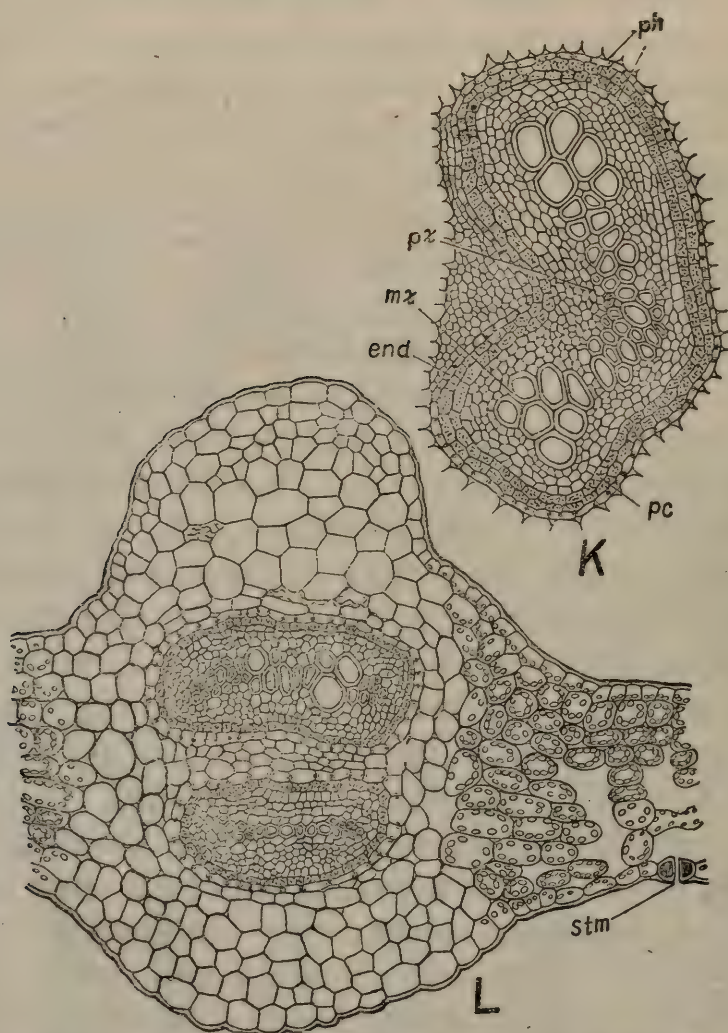


图 199. 桫欏: *K*. 叶柄內部的周韧同心維管束，表示：中始式的木质部；*L*. 叶片的横切面，表示上下重迭的維管束、叶肉、表皮层、气孔等。*px*. 原生木质部；*mx*. 后生木质部；*ph*. 韧皮部；*pc*. 中柱鞘；*end*. 內皮层；*stm*. 气孔。（全部临活物徒手切片）

概也是縱裂而与初次的裂縫成 1 个十字形，如此，便成为 4 枚細胞的胚胎。其叶与莖是由上部 2 枚細胞分化出来的，而根与基足則是由下部 2 枚細胞分化出来的，这是沒有疑問的。

生长环境 此科蕨类生长于热带、亚热带及温带，尤以南半球为多，多数生长在阴湿溪水之旁或林木蔭蔽的地区。在我国所习見的也有多种。在福建南靖、平和等地，云南河口、屏边一带所产的是刺桫欏(*Cyathea spinulosa*)。

姬蕨属(*Hypolepis*)

孢子体 姬蕨(*H. punctata*)属于姬蕨科 (Dennstaldtiaceae)，是陆生草本，不很坚硬。 莖

地下莖匍匐生长，每向上发生1片叶子即轉弯生长。莖被稀毛。 根 根是須根，在莖向上生叶之处，其下必有根。 叶 叶是三重羽状复叶，小叶片軟薄，叶脉二叉分歧，开放，有中脉。叶軸、叶柄都很細长，具有灰白色的单毛。毛細长，不分枝，具数节細胞(图 200. *E*)。营养叶与孢子叶沒有区别(图 200. *A*)。 孢子囊 子囊成群，子囊群圓形，生于叶脉的末端，有略形隆起的托。叶緣翻轉复盖其上，而特化成子囊群盖。子囊群盖仅有外片而无內片(图 200. *B*)。子囊由托向外发生，其构造与水龙骨科相彷彿。环带縱繞，具14枚厚壁細胞，口部具8枚狹长的薄壁細胞。唇細胞2枚，也是长形。子囊杆很长，具細胞多节(图 200. *C*)。 孢子 孢子二面型，外壁很薄，密生极小的乳头状的凸起。孢子綠色。含1枚細胞核(图 200. *D*)。



图 200. 姬蕨：*A*. 姬蕨(*Hypolepis punctata*)的写生，表示：匍匐莖、幼叶及叶；*B*. 小叶的1个裂片，表示：腹面的子囊群；*C*. 孢子群；*D*. 孢子的內外观；*E*. 复細胞的单毛。*lpc*. 唇細胞；*s*. 口。(临活标本)

內部构造 莖 莖是双韌管状中柱。木質部的发育是中始式。維管柱的內、外二周都各有內皮层及中柱鞘。莖中偶有大型叶隙。除維管束而外，髓部与皮层都硬化成棕黑色的厚壁組織(图 201. *F*—*G*)。表皮向外发生成毛。 根 根是須根，其中柱的构造是二原型。 叶 叶脉具1条維管束，其中柱是外始式的二原型而是原生的。在横剖面上，木質部成1棱形。在棱形的两尖端是原生木質丛，其中各含小型原生木質管胞4，5枚。后生管胞生于2原生木質部丛的中間，

其細胞較大而数量与原生的相似，也是4,5枚。韌皮細胞很小，分成2团，生于后生木質部的上、下，每团由內而外，有3层細胞。韌皮部与木質部成間隔排列。二者外周有中柱鞘1层，其細胞是狭长形。姬蕨叶片，中柱的构造与普通根的初生构造完全沒有差异，除数量不同而外，与树蕨的叶脉也非常类似。叶脉中原生木質部从各对两翼的叶片而生。上、下表皮都向外发生成多节的单毛。下表皮具有气孔，保卫細胞腎脏形与被子植物相同。叶肉无栅栏与海綿組織之分，但在叶的下方的比較疏松，气室較大而多。　叶柄　叶柄的中柱成几字形，維管束的构造与莖中相同。叶柄中，髓部細胞凡是在最中央和維管束的內、外周圍以及接近表皮的，都硬化成小型的厚壁細胞。表皮細胞也分化成毛(图201. *H*)。

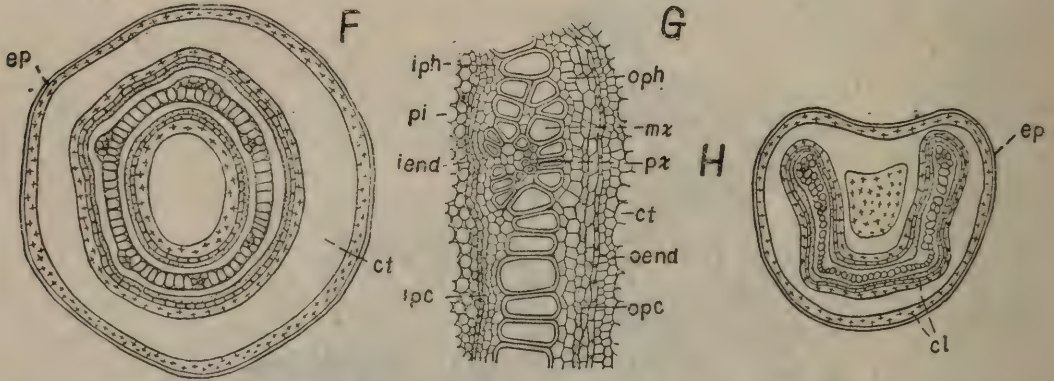


图201. 姬蕨的內部构造图：*F*. 莖横切面略图；*G*. 莖部維管束一部分的放大；*H*. 叶柄横切面略图。*cl*. 厚壁組織(十字标記)；*oend*. 及 *iend*. 外生及內生內皮层；*opc*. 及 *ipc*. 外生与內生中柱鞘(細胞加点)；*oph*. 外生韌皮部；*iph*. 內生韌皮部；*px*. 原生木質部；*mx*. 后生木質部；*pi*. 髓；*ct*. 皮层；*ep*. 表皮层。(临活标本徒手制片)

配子体　姬蕨的配子体与胚胎如何，沒有足够的文献可供参考，又因限于时間，未能采取孢子加以培养来进行观察，但二者的构造与发育，都是薄囊蕨式无疑，尤其可能与水龙骨等科相近。

生长环境　姬蕨属曾隶属于水龙骨、蕨、迪克松(Dicksoniaceae)等科。今依秦仁昌先生的意見归于姬蕨科，其产生地区多在热带及亚热带。在我国发現的有浙江、福建、云南、貴州、广西等地。而在昆明发現則尙属初次。姬蕨生长的环境，据笔者所見，象：昆明、厦門、南靖、平和等地都生在田野、山坡与平地上，并无蔭蔽的地区。

蕨属(*Pteridium*)

孢子体　莖　蕨(*P. aquilinum*)属于蕨科(Pteridaceae)，是全世界共有的种类，其莖匍匐生长于地中，分枝繁多。　根　根是須根，也善分枝。　叶　叶是复叶，羽状分裂到多重，叶脉分离。叶緣內卷而边緣有白色成为膜状特化的子囊盖。　孢子囊　子囊的外形是薄囊蕨的模式代表，子囊有杆，环带縱列而横裂。　孢子　孢子四面型(图202. *A*, *D*)。

內部构造　莖　莖的尖端具有1枚四平面的倒金字塔形的分生細胞(图203. *G*)。莖的构造分表皮层、皮层与中柱及基本組織等部分。中柱是极度分裂的多环网状中柱，但也可以認为是分体中柱。中柱的外周有內皮层及中柱鞘。再向內則是韌皮組織及較大的韌皮薄壁組織。內皮层、中柱鞘以及原生韌皮部都由共同的1枚母細胞分化而成。木質部的发育是中始式。在皮层

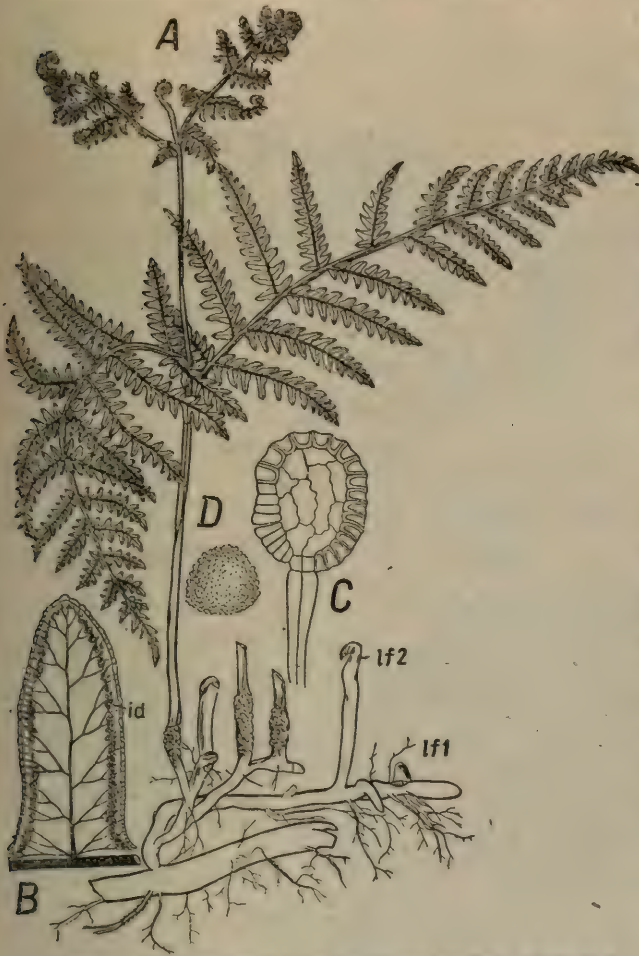


图 202. 蕨: *A*. 蕨(*Pteridium aquilinum*) 的写生，表示: 叶发育的次序，叶柄基部的綿毛，匍匐莖等; *B*. 小叶裂片的腹面观，表示: 边緣子囊群，翻卷而特化成膜状的子囊群盖的叶緣部分、叶脉的分布; *C*. 孢子囊; *D*. 孢子。*id*. 子囊群盖; *lf*1. 初发生的幼叶; *lf*2. 已长成的幼叶(临活标本)

及莖的中央，除薄壁組織之外，都有厚壁組織(图 203. *H*—*I*)。表皮层向外延长生长，成为細长的厚壁的棕褐色胶质复細胞的单毛(图 203. *E*—*F*)。 根 根是不定根，其原始細胞与皮层及中柱鞘同源。其頂端分生細胞也是倒金字塔形的。根的中柱通常是外始式，二原型。 叶 叶原基由地下莖頂端的附近所发生。每 1 片叶子的生长需要 3 年才能长成，初年发育的是叶柄，次年生长蝸卷的叶片(图 202. *A*, lf_1, lf_2)，第三年才脫土而生。叶片的构造与双子叶植物相似。內部是叶肉及維管束。叶肉在上方的，分化成栅栏組織。在下方的分化成海綿組織。气孔仅仅发育于叶片的下面。在叶片的背面，有很多白色复細胞的单毛。而叶軸及叶柄上也常有毛。叶柄基部則具有很多棕色胶質毛，其构造与莖上所有的相同。而根部也发生有同样的毛(图 203. *E*—*F*, *K*)。叶柄的构造与莖相仿佛，而維管束的分裂更甚。各維管束的大小、式样都不一致。 孢子囊群 子囊群絕对生长于叶片的边緣。子囊群盖分內、外两片，外片弯卷复蔽子囊。內片只有 1 层細胞厚，且不很显著，圍护于子囊托与叶片之間。托也是由表皮細胞分化而成的(图 203. *J*—*K*)。孢子囊 蕨的孢子囊有杆，有直生的环带和横生的裂口与唇細胞。环带的厚壁細胞的数目是 16 枚。除与环带相接成圈的薄壁細胞外，子囊两旁的細胞約各具 10 枚，其壁成波浪状(图 202. *C*)。孢子囊导源于子囊托的表皮細胞，其发育的步驟完全可以做薄囊蕨的代表。当孢子囊原始細胞略行长出于托的表面时，便横裂成內、外 2 枚細胞。外細胞发生縱而稍斜的分裂 3 次，結果成为 3 枚边緣細胞及 1 枚倒金字塔形的頂端分生細胞(图 204. *L*—*R*)。边緣細胞依相同的縱而稍斜的分裂，继續向上分裂成多枚。其在下方的成熟成长形的子囊杆，而最上的 3 枚成子囊的下部及旁側的壳細胞。頂端細胞至此，横裂成为在上面的壳原始細胞及在下面的孢原細胞。由孢原向四周分裂成絨毡原始細胞，日后分裂成为两层絨毡細胞，貼繞于子囊壳的內周。自絨毡原始細胞由孢原分裂之后，其余居于中央的細胞叫做原始产孢細胞。由此，分裂 4 次，成为 16 枚孢母細胞。如无退化，則結果得

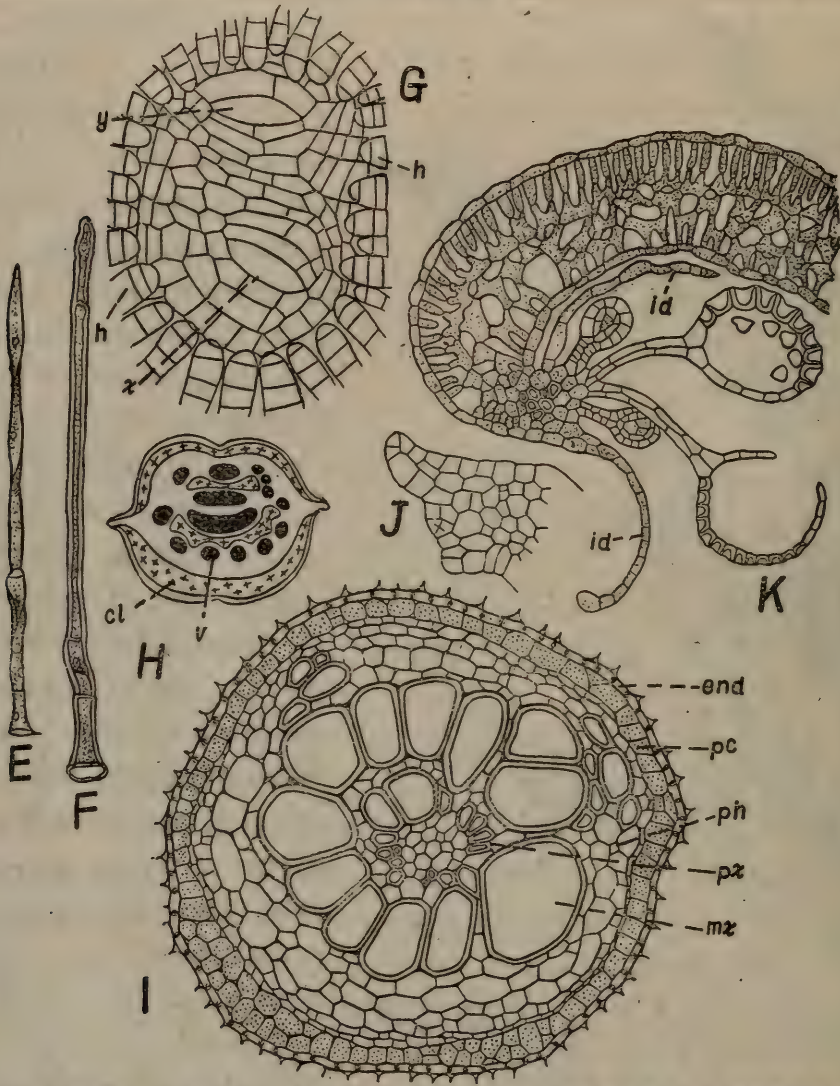


图 203. 蕨的构造: *E.* 綿毛放大; *F.* 胶毛; *G.* 頂細胞; *H.* 匍匐茎横断面略图; *I.* 茎部維管束的横断面; *J—K.* 子囊托的发育。*h.* 毛; *cl.* 厚角組織; *id.* 子囊群蓋; *end.* 內皮层; *pc.* 中柱鞘; *ph.* 韌皮部; *px.* 原生木質部; *mx.* 后生木質部; *v.* 維管束; *y.* 叶的分生細胞。(*G.* 临 Goebel, *J.* 临 Bower, *K.* 临 Smith, *F. H. I.* 临徒手制片)

64 枚孢子。 孢子 孢子四面型, 其外壁具有很多乳头状的凸起(图 203. *D*)。

配子体 孢子萌发时, 外壁先行破裂, 內壁由裂口向外延长成 1 管。由此分裂成大小不同的 2 枚細胞。小的是假根細胞, 大的是初生原叶体細胞。大細胞能繼續延长生长及橫断分裂, 当綫体分裂成 3—6 节时, 其頂端細胞向左、右斜裂, 成为凸鏡形而具有二平面且向两旁分裂的分生細胞。从这枚頂端分生細胞繼續不断地向两側分裂, 就成了 1 个心脏形的原叶体。最初, 原叶体的厚度只有 1 层細胞而已。当較老之时, 发生多枚分生細胞, 由此向上、下分裂, 其前端遂成多层細胞。 雄配子器 蕨的雌、雄配子器同体而生。雄配子器的发育通常比雌的要早一些。当配子

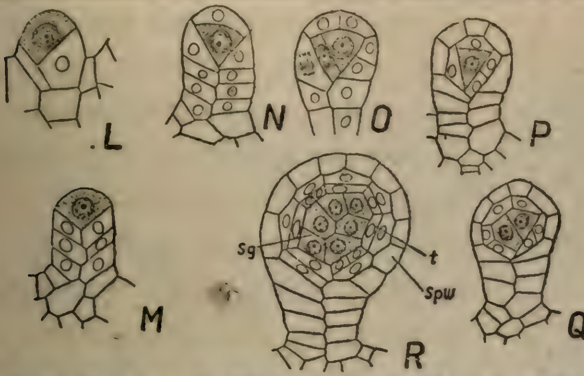


图 204. 蕨：L—R. 孢子囊的形成。sg. 产孢組織；spw. 子囊壳；t. 絨毡层。(临 Müller)

体发育不久，雄配子器卽行发育。在一般高等眞蕨中，雄配子器发育之初，先由营养細胞向外膨凸，不久卽行横断分裂，便成为上、下 2 枚。在上面的是雄配子器原始細胞。原始細胞最初的分裂是依照細胞的旁側作縱而略斜的分裂。結果，此原始細胞被分成居于中央的 1 枚上大下小呈漏斗形的細胞，及儿枚旁側的壳細胞。此后，中央細胞横裂成上、下 2 枚。在上面的是壳細胞。在下面的細胞再行横断分裂，成为在上面的球頂細胞及在下面而居于中央的雄配子产生細胞。由此継續分裂，最后产生 30—50 枚雄配子。雄配子弯曲象螺旋，頂端具 20—30 根纤毛。成熟的雄配子器，頂端有蓋細胞。四周有 1 层壳細胞，全体成球形。 雌配子器 雌配子器仅产生于配子体前端凹縫之后。在一般高等眞蕨中，雌配子器的发育，由原細胞横裂为中央、基部及原生蓋細胞各 1 枚。由原生蓋細胞分化为 4 枚原始頸細胞。日后再分裂成高达 5—7 节的頸部。頸部向配子体的后端弯曲生长。中央細胞横断分裂 2 次，成为在上面的双核頸管細胞、居于中間的腹沟細胞和最下面的雌配子細胞。成熟时，除雌配子細胞而外，凡器內各細胞卽行退化，且都溶解成为胶质，由此吸收水分，发生膨脹，将器口的細胞向外推开，而一部分的胶質便向外流溢。

胚胎 游泳自如的雄配子，因其有化学的感应性，而趋向雌配子器所分泌的胶質，由此进入器內，雌、雄配子卽行融合。接合細胞最初依雌配子器頸管的直綫而縱裂成 2 枚細胞，1 枚在原叶体之前，另 1 枚在后。第二次的分裂是依照初次分裂的裂縫而行横断分裂。此时，幼胚具 4 枚細胞，是为 4 細胞时期。其靠近原叶体前部的 2 枚細胞日后分化成叶与莖，莖在上而叶在下。在后面的 2 枚，則成为根与基足，基足在上而根在下。蕨的幼苗在第 1 年中，生长构造簡单的幼叶 6 片以上。原叶体当幼苗发生 2，3 片幼叶之后，便逐漸敗萎。

生长环境 蕨生长于山野向阳地区，分布很广泛，欧、美及我国各地多有生产。昆明居民取其肥嫩叶軸作蔬菜，名曰蕨菜，而云南南部居民取其淀粉来供食用。听說，苏联人及日本人都嗜食其地下莖。詩經召南有"言采其蕨"。尔雅郭注称"初生无叶可食"。而埤雅則有"蕨初生狀如雀足之拳，又如人足之蹶，故名焉"。此外，毛傳也有"蕨，鼈也"，因它初生时象鼈足，所以得名。綜合上述种种，可以証明我国人民对于蕨的利用与認識，由来是很久远的。

鉄綫蕨属(*Adiantum*)

孢子体 莖 鉄綫蕨是各地常見的蕨类，原称鉄綫草，因为它是蕨类，所以改称現在的这个名称。此蕨也属于蕨科，也有人認为它和其他蕨类不同而独立成鉄綫蕨科 (Adiantaceae)。它的莖有长短之別，长的匍匐而短的直立 (图 205. *A*, 图 206. *W*)。莖上被生褐色到黑色的鱗片与毛 (图 205. *B*, *C*, 图 206. *C'*)。 根 根是須根。 叶 叶柄、叶軸細纤坚硬，紅黑色而具光澤，形

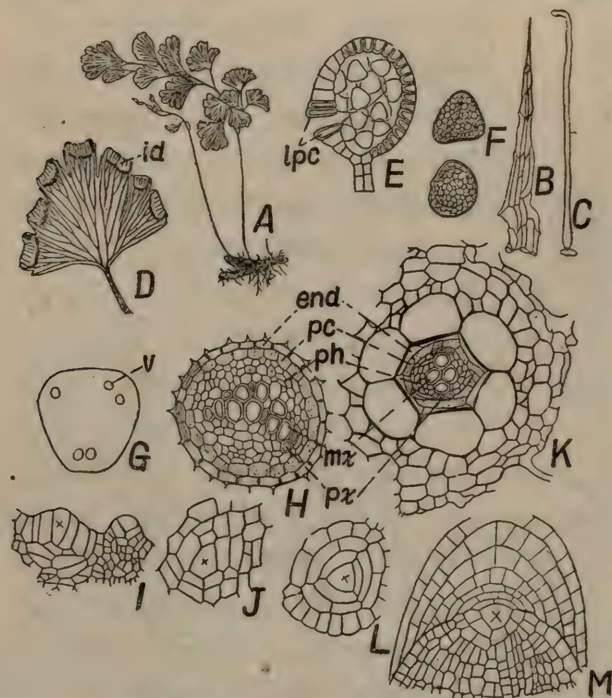


图 205. 鉄綫蕨; *A.* 鉄綫蕨 (*Adiantum capillaris-veneris*) 的写生图; *B.* 鱗片; *C.* 单毛; *D.* 小叶片的背面, 表示: 翻卷的叶尖及叶脉分布; *E.* 孢子囊及其特化的唇細胞; *F.* 四面型的孢子的正、側面观; *G.* 莖的横断面, 表示維管束的分布; *H.* 莖的同心維管束; *I.* 另种鉄綫蕨 *A. emarginatum* 莖尖纵切面, 表示: 莖及叶分生細胞的側面观; *J.* 莖尖分生細胞的横切面; *K.* 根的横切面, 表示加厚的皮层細胞与二原型的中柱; *L—M.* 根尖切面, 表示分生細胞的正、側面观。*end.* 內皮层; *pc.* 中柱鞘; *ph.* 韌皮部; *px.* 原生木質部; *mx.* 后生木質部; *id.* 子囊群盖; *lpc.* 唇細胞; *v.* 維管束; *x.* 頂端分生細胞。(*A—F.* 临实物写生, *G—H.* 临徒手切片, *I—J. L—M.* 临 Campbell, *K.* 临 De Bary)

状如同鉄絲。叶柄的基部具色暗而光滑的鱗片。叶片寬闊, 羽状細裂, 小羽叶不对称, 或成扇状。全叶成单重或多重的羽状复叶。叶片通常是堅韌的草本状, 少成膜质, 光滑或有毛, 也有的具灰白粉末的。叶脉分离, 很少是不分离的, 叶脉及于內卷的叶緣所特化的囊群盖。但有的在叶的尖端能自行发生新株, 进行无性繁殖(图 205. *A*, 图 206. *W*)。 孢子囊 孢子囊生于叶脉末梢的两旁, 子囊扁卵圓形, 环带纵繞, 具 10 余到 20 枚厚壁細胞。子囊杆很长或不长。具 3, 4 节細胞。孢子 孢子四面型但也有二面型的。外壁有小凸起或沒有。孢子含貯油类很多(图 205. *D, E, F,* 图 206. *D', B', E'*)。

内部构造 莖 莖的尖端与其他蕨类相同, 具有 1 枚四平面的倒金字塔形、大型的分生細胞(图 205. *I—J*)。由此分化成各种組織。莖的中柱是双韌管状式, 具內生和外生內皮层, 木質部的发育是中始式。但模式的鉄綫蕨(*A. capillaris-veneris*), 其中柱的构造则是近于分体中柱的网状中柱(也称为多体中柱)(图 205. *G—H*)。 根 根是二原型、外始式的原生中柱, 其构造与其他蕨类沒有什么不同。根尖也具有 1 枚四平面倒金字塔形的分生細胞(图 205. *K—M*)。 叶 叶脉成二叉分歧。叶的頂端也具有 1 枚分生細胞, 由此分化成全叶各部分的构造(图 205. *D, B, I*)。叶的分生細胞也可以分化成根、莖、叶各器官而成为 1 不定芽来行无性繁殖。此种现象, 在蕨类中也很普遍, 如过山蕨(*Camptosorus sibiricus*)等大多具有。在鉄綫蕨中, 艾氏鉄綫蕨(*A. Edgworthi*)等数种, 也具有此种现象(图 206. *W—Z, A'*)。姬倍尔[見 Bower a 1908]認为这种现象与蕨类无配子繁殖所发生的胚胎相等。

配子体 鉄綫蕨的配子体是心脏形的扁平体。雌、雄配子器以及假根由体的腹面向下发生。雄配子器 雄配子器全部凸出原叶体之外, 成圓球形。由頂到底横分成数层, 頂端 1 层是冠細胞, 次层及第 3 层是壳細胞, 最下 1 层是壳及基部細胞(图 207. *O*)。雄配子成螺旋状弯曲, 纤毛丛生, 前端尖細, 尾部具球状的囊, 內含淀粉粒(图 207. *P*)。 雌配子器 雌配子器也由原叶体腹部的表皮細胞分化而成。表皮細胞膨出, 成为雌配子器的原細胞。由此横分为上、中、下 3

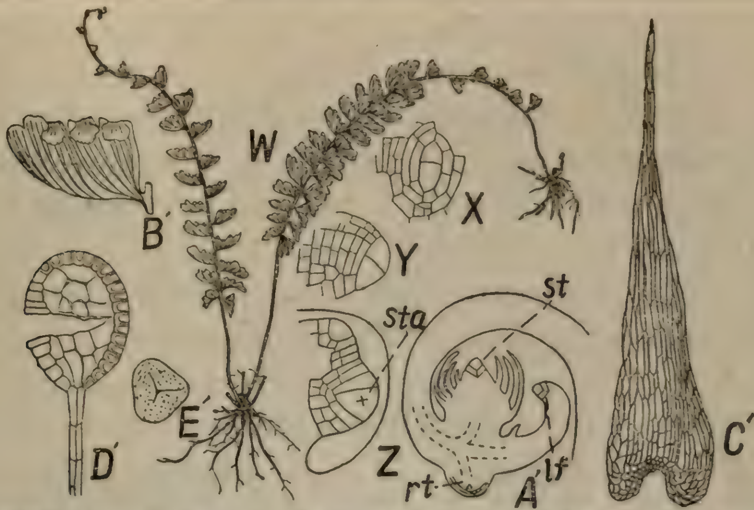


图 206. *W*. 艾氏鉄綫蕨(*Adiantum Edgworthi*) 写生图, 注意: 莖尖的无性繁殖芽; *X*—*Z*. 莖尖分生細胞的各面观; *A′*. 无性芽的解剖图; *B′*. 小叶片及子囊群盖; *C′*. 鱗片; *D′*. 孢子囊; *E′*. 孢子。*lf*. 叶; *rt*. 根; *st*. 莖; *sta*. 莖端分生細胞。(*W*. *B′*—*E′*. 实物写生, *X*—*Z*. *A′*. 临 Bower)

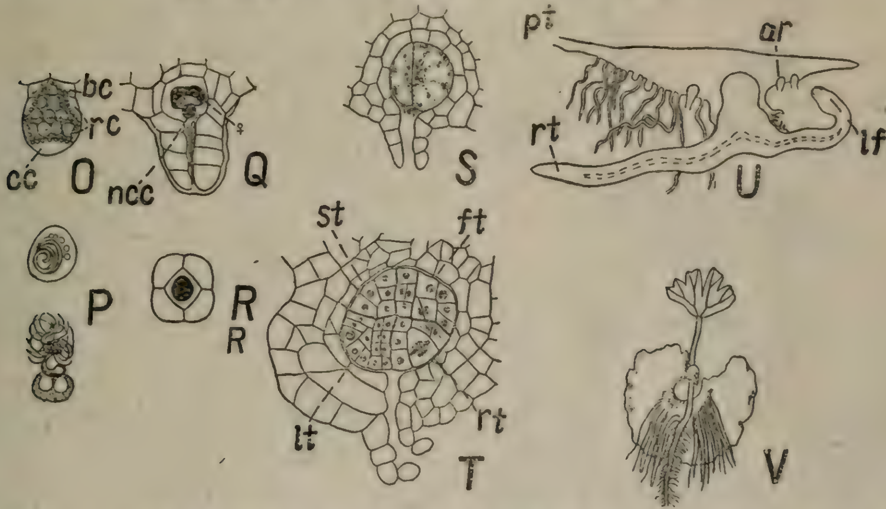


图 207. 鉄綫蕨: *O*—*P*. 雄配子器及雄配子; *Q*—*R*. 雌配子器縱切面及自頸向下观; *S*. 二細胞时期的幼胚; *T*. 較老的胚胎; *U*. 孢苗萌发略图, 表示上方的原叶体, 下方的孢苗; *V*. 孢苗成长略图。*ar*. 雌配子器; *bc*. 基部細胞; *cc*. 冠細胞; *rc*. 圈細胞; *lf*. 叶; *ft*. 基足; *ncc*. 頸沟細胞; *rt*. 根; *pt*. 原叶体。(*O*—*S*. *U*—*V*. 临 Goebel, *T*. 临 Arkinson)

枚細胞。下細胞不断分裂, 終于成为雌配子器的腹。鉄綫蕨及一般高等真蕨雌配子器的腹部都下陷于原叶体的組織中。上細胞是初生頸細胞, 此細胞向外生長并縱横分裂, 成为頸細胞。頸細胞共 4 行, 組成頸部四周的壳(图 207. *R*)。但每行細胞的大小、多少不均。相对原叶体前端的数行細胞較大, 且每行通常具有 6 枚細胞。而相对后端的細胞較小而少, 每行通常只具 4 枚。因此, 頸部常向后方彎曲。最初分裂 3 枚細胞中間的 1 枚, 先分裂成上、下 2 枚。在上面的叫做頸沟細胞, 日后自行延長生長于頸沟之中。其細胞核往往分裂成 2 枚, 但沒有細胞壁分隔它們。在下面的細胞叫做中央細胞, 由此横分成 2 枚大小不同的細胞, 近于頸沟細胞的是腹沟細胞, 其形小而圓。居于全器的最高位。在腹底的是雌配子細胞, 雌配子細胞体积圓而大(图 207. *Q*)。当雌配

子器成熟时，所有管細胞都退化溶解成为膠質，由頸中向口外发生膨脹，而流溢于外。

胚胎 雌、雄配子交配于雌配子器中。接合細胞最初的分裂，依頸沟的直綫而縱裂成 2 枚細胞(图 207. *S*)。繼而横裂成 4 枚細胞。靠近頸口的 2 枚，日后分化成叶及根，近于雌配子器底的 2 枚，日后成基足与莖。若以縱剖面来說，則根与基足同在一边，而莖及叶在另一边 (图 207. *T*)。萌发时，幼根、幼叶最初相背生长(图 207. *U*)。不久，幼叶由原叶体前端凹縫中向上伸长，便高举直立于地面之上(图 207. *V*)。

生长环境 鉄綫蕨的分布我国虽各地都有，但以西南区域为多。凡阴湿地区，含石灰質的土壤都能生长，其中多数羽叶繁茂，可供观賞，所以亭园中常有栽培。

虎尾蕨屬(*Asplenium*)

孢子体 **莖** 虎尾蕨属于虎尾蕨科(Aspleniaceae)，为附生或陆生草本，大小不一，常伴岩石而生。莖是地下莖，匍匐或半直立，有鱗片。 **根** 根是須根，分歧繁茂。 **叶** 单叶到复叶，多半成单重羽状，但或有在同一植物上叶形极不相同的。叶脉分离或在叶緣部分不分离，沒有內含小脉，叶柄有綿毛及鱗片。叶或小叶片的尖端延长生长，根尖发芽，叶脉与叶軸发芽或生小球莖或发生匍匐莖，来行无性繁殖。 **孢子囊** 子囊群卵形到长形，沿叶脉而生，具同式的子囊盖。囊群盖一边与叶相連，另一边能开启。孢子囊型小，是水龙骨式，与蕨相似。 **孢子** 孢子两面型(图 208. *A*—*G*)。

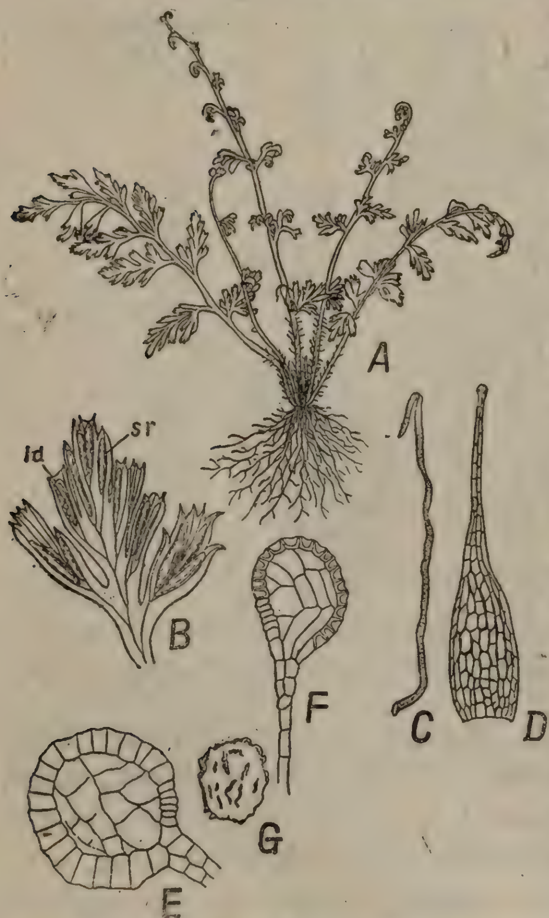


图 208. 虎尾蕨：*A*. 云南虎尾蕨(*Asplenium yunnanensis*)的写生图；*B*. 小叶裂片，表示：叶脉分布与子囊群；*C*. 綫体单毛；*D*. 鱗片；*E*. 未成熟的孢子囊；*F*. 已成熟的孢子囊；*G*. 孢子。*id*. 囊群盖；*sr*. 子囊群。(全部实物写生)

內部构造 **莖** 云南虎尾蕨(*A. yunnanensis*)的莖具有网状中柱，管胞小而多，原生、后生木質部沒有什么差异，木質部的发育是外始或中始式。其內周常有大型而不規則的棕黑色厚角組織，此組織常分化成柱束。維管束的构造是周韌式，韌皮組織的外周有 1，2 层中柱鞘及 1 层內皮組織，凱氏加厚甚为明显(图 209. *I*)。莖中叶隙寬大，叶迹很多。皮层与髓部的組織极为相似，沒有什么不同(图 209. *H*)。表皮向外发生很多綿毛或鱗片(图 208. *C*—*D*)。 **叶** 上表皮之外，有很厚的角質层。下表皮具有气孔，保卫細胞向外膨凸而生。叶肉細胞自上而下共 5，6 层，其細胞成多角形，无柵栏与海綿組織的分別。叶柄中柱的木質部成几

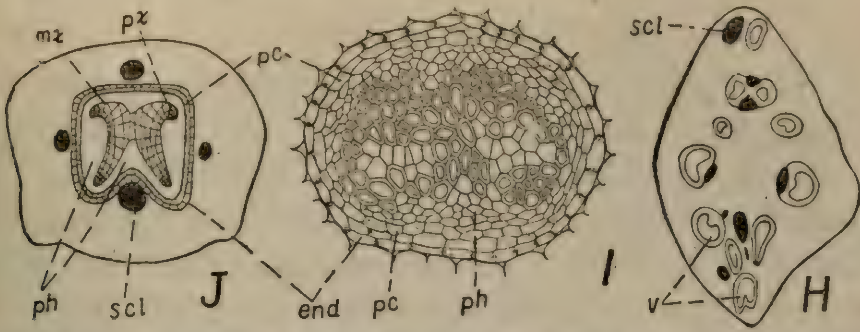


图 209. 云南虎尾蕨的构造：*H*. 茎横断面略图，黑块代表厚角組織；*I*. 維管束的构造；*J*. 叶柄构造的略图。*end*. 內皮层；*mx*. 后生木質部；*pc*. 中柱鞘；*ph*. 韌皮部；*pr*. 原生木質部；*scl*. 厚角組織；*v*. 維管束。(全部临实物徒手制片)

字形(*x* 形)。韌皮組織圍繞木質部的四周。中柱鞘、內皮层各 1 层，居于最外，內皮层細胞很小，凱氏带甚为发达，在中柱的外周附近，常有厚角組織的发生。表皮附近的細胞，到叶柄老时，常分化成厚壁組織(图 209. *J*)。　孢子囊　此蕨的孢子囊具有長杆，杆分多节，靠近子囊的 1, 2 节其細胞成双行，其余成单行。子囊扁圓形。环带縱繞，不完全，具厚壁細胞 18 枚。子囊开裂时是横裂(图208. *E*—*F*)；子囊发育的步驟与其他薄囊蕨相同。当表皮細胞发生成子囊原始細胞时。最初，类似 1 乳头状的凸起。随后，横断分裂成上、下 2 枚細胞(图 210. *K*)。上面的称为子囊母細胞。子囊母細胞延長再横分为 2。在下面的日后分化成杆。在上面的分成子囊及壳(图210. *L*—*M*)。杆細胞縱、横分裂，最后通常成为 3 行杆細胞。最上面的細胞日后成为子囊的，依外周作平行而斜的側裂，最初成为 4 枚壳細胞及 1 枚中央四角形的孢原細胞(图 210. *N*)。絨毡层可能分为 2 层，都导源于孢原(图 210. *O*—*P*)。孢母細胞是孢原分化的(图 210. *Q*)，經減数分裂而成孢子。　孢子　孢子棕黃色，外壁有波浪式弯曲不規則的短形綫条凸起(图 208. *G*)。

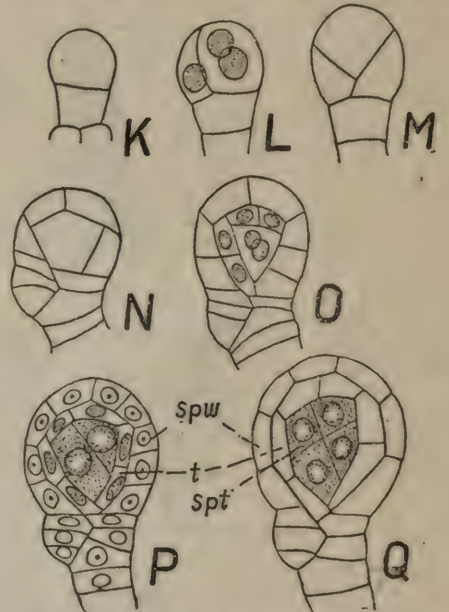


图 210. 虎尾蕨：*K*—*Q*. 另种虎尾蕨 *A. trichomanes* 孢子囊的发育次序。*spt*. 产孢組織；*spw*. 子囊壳；*t*. 絨毡层。(摘 Goebel)

依笔者取新鮮孢子的观察，其外形与大丁布洛女士[Tardien-Blot 1932] 所发表的絕对不同。但按照她的論文中所繪的植物，則与笔者所采的标本又完全沒有差异。

配子体及胚胎　虎尾蕨的配子体及胚胎都无詳細报告，大概与蕨相似。

生长环境　虎尾蕨原属于水龙骨科，后改为虎尾蕨亚科，現独立成 1 科。虎尾蕨属的分布很广泛。欧、亚、美 3 洲均有。我国所常見的也有数种，其生产地点是云南、海南島、台灣等地区。而云南虎尾蕨的分布則仅見于云南及越南的东京附近。从昆明所采的一些标本来看，它們生长的环境似乎并不太阴湿，而在半阴的田野中。

狗脊属(*Woodwardia*)

孢子体 狗脊属属于烏毛蕨科(Blechnaceae)，是大型草本。其中，单芽狗脊(*W. unigemmata*)是昆明附近所常見的。玆将其外形与构造分述如下：蕐 蕐斜向上生長，粗而短(图 211. *A*)。根 須根丛生，根自蕐的两側生出(图 211. *A*)。叶 全叶長达 2 米，是二重羽状复叶。叶柄很長，具褐色鱗片(图 211. *A*—*B*, *D*)。小叶片披針形，頂端尖銳，密生細鋸齿。叶脉部分成网状分布(图 211. *C*)。小叶片的下面生長淡褐色不規則的鱗片(图 211. *E*)。在全叶前端分歧处从叶軸生 1 个芽孢。芽孢球状，被着很多棕黃色的鱗片(图 211. *B*)。孢子囊 子囊群生于小叶片中脉的两旁，成为 2 行。每 1 个子囊群有支脉圍繞着。囊群盖肾形，成熟时呈深褐色，向叶脉开裂。孢子囊深褐色。环带縱繞，具 19 枚厚壁細胞，口部发达，具 2 枚唇細胞。子囊杆很長而弯卷(图 211. *C*, *F*)。孢子 孢子无色，透明，含有油类。內壁光滑，外壁成薄片翼状的凸起。孢子二面型，形如肾脏而很寬闊(图 211. *G*)。

內部构造 蕐 蕐具极端分裂的网状中柱。每 1 維管束是一周韌的，木質部居中，而韌皮部

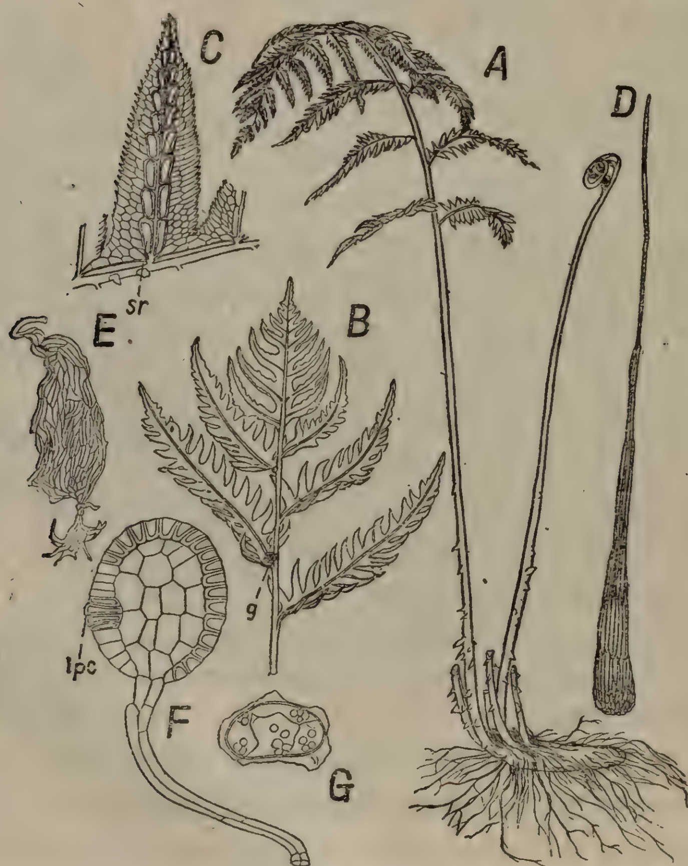


图 211. 单芽狗脊(*Woodwardia unigemmata*)：*A*. 写生图；*B*. 叶的上部分及其单芽；*C*. 小叶裂片与子囊群及叶脉分布；*D*. 鱗毛；*E*. 鱗片；*F*. 孢子囊；*G*. 孢子及其翼状凸起。*g*. 芽；*sr*. 子囊群；*lpc*. 唇細胞。(全部是实物写生)

圍繞在外。莖的尖端及叶柄都被鱗片。鱗片披針形而尖端逐漸纖細，最后成单細胞的絲狀長条(图 211. *D*)。鱗片棕褐色。老时尖端的細長細胞，常常断去。 根 根二原型而类似四原型。中柱鞘 2 层，內皮层 1 层，包圍中柱之外。內皮层細胞細長或作腰鼓狀，凱氏点很显明。靠近中柱的皮层細胞小而壁厚，几无細胞腔。但愈到外周的体积愈大，而壁愈薄(图 212. *H*)。 叶柄 叶柄基部有 7 条維管束，共成半圓形。在上方的 2 条，比較粗大，其橫断面略作腎脏形，此 2 条腎形的成八字式的排列。在下方的 5 条都成圓柱形，排成半圓形(图 212. *I*)。 叶 中脉具 1 条維管束。叶肉沒有什么分化。表皮具很多腎形气孔。气孔与表皮細胞的关系与鉄綫蕨相同，子囊群生長于中脉的两旁。子囊托向中脉而生(图 212. *J*)。囊群盖是叶緣特化而成的，而現在的叶緣实在是叶的上部向两旁膨凸而成的(图 212. *K*—*L*)。

配子体 此蕨的配子体以及雌、雄配子器等，大概与其他薄囊蕨相似。

无性繁殖 狗脊与艾氏鉄綫蕨等相同，莖的尖端着地生根可发生新枝条。此外虎尾蕨常于叶片发生芽及小鱗莖，当其成熟时，墜落于地便生根发叶。狗脊也有叶上发芽的特性，叶的下面生子囊群，而上面发生很多不定芽，在叶面向上发生鱗片 1 丛，居其中央的则是 1 个无性繁殖的芽(图 212. *M*—*O*)。

生长环境 狗脊是葯用植物，各地多有分布。生长的环境也因种类而有不同。单芽狗脊生长在水湿地区。在昆明黑龙潭植物园后水沟中很多，东狗脊也生长在阴湿之地。狗脊则生于蔭蔽地区。从昆明到貴阳公路两旁森林地带，狗脊很多且生长繁茂。

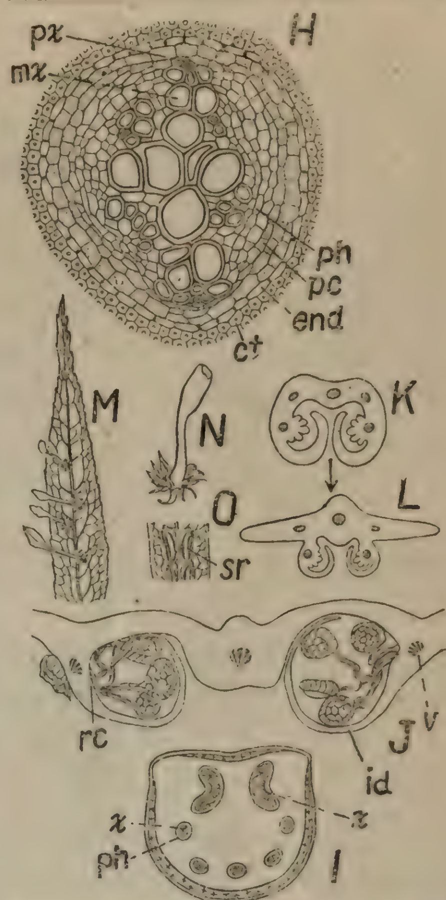


图 212. 狗脊的构造：*H*. 根部中柱的横切面；*I*. 叶柄横断面略图；*J*. 孢子叶横切面，表示：子囊托、子囊、子囊盖的关系；*K*—*L*. *Lomaria* 及 *Eublechnum* 子囊地位变迁的演化；*M*—*O*. 东狗脊(*W. orientalis* var. *prolifera*)；*M*. 无性繁殖芽；*N*. 芽及其基部的鱗片；*O*. 与 *M* 同一裂片的腹面。十字代表厚角組織；*ct*. 皮层；*end*. 內皮层；*id*. 囊群盖；*mx*. 后生木质部；*pc*. 中柱鞘；*ph*. 韌皮部；*px*. 原生木质部；*rc*. 子囊托；*sr*. 子囊群；*v*. 維管束；*x*. 木质部。(*H*—*J*. 临徒手制片，*K*—*L*. 临 Bower，*M*—*O*. 福建产的东狗脊腊叶标本)

貫众属(*Cyrtomium*)

孢子体 莖 貫众(*Cyrtomium fortunei*)属于三叉蕨科(Aspidiaceae)。是中型陆生草本，地下莖短而直立，密生鱗片。 根 根是丛生須根，支根繁多。 叶 叶是羽状复叶，全緣或有小鋸齿。叶脉网状分布，內有 1 小脉。子囊群生小脉上。 孢子囊 囊群盖圓形，脫落或不落。孢子囊扁形而有杆。 孢子 孢子两面型(图 213. *A*—*G*)。

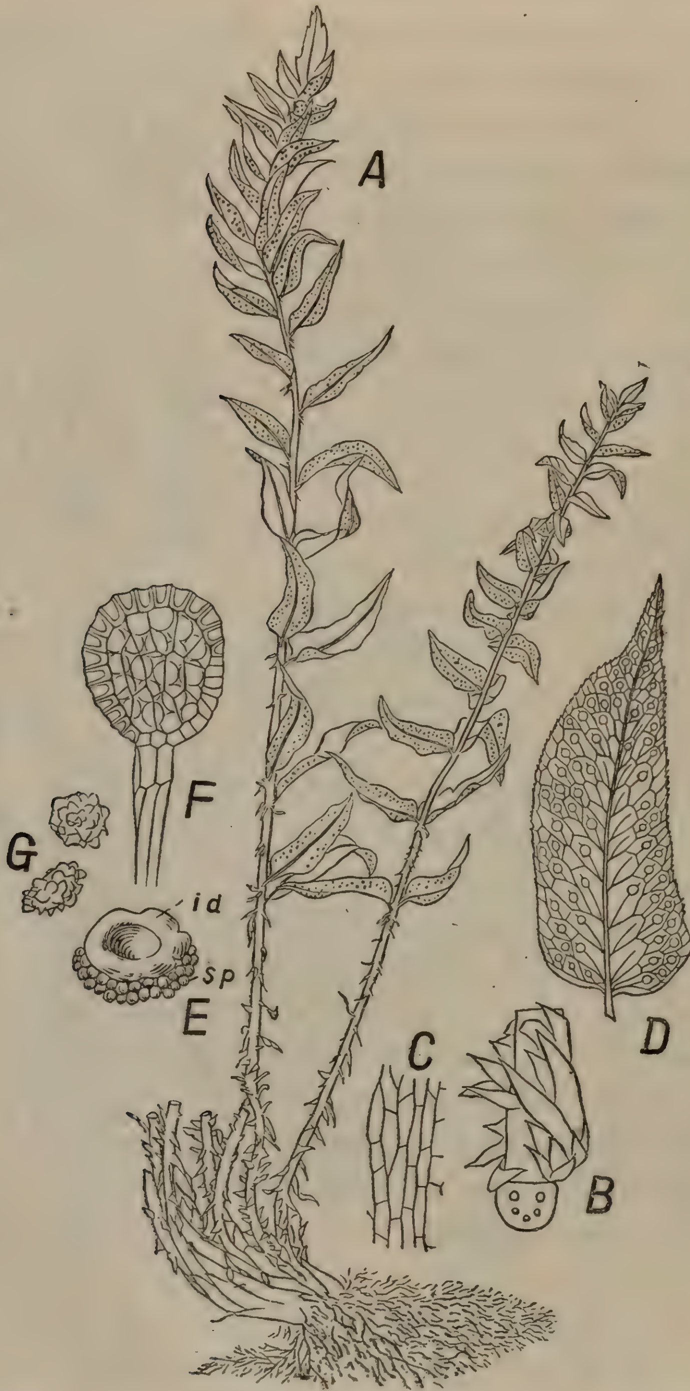


图 213. 貫众: A. 写生图; B. 叶柄的 1 部分, 表示: 維管束的分布与鱗片的生长; C. 鱗片 1 部分的放大; D. 叶的腹面, 表示: 子囊群与内含小脉的关系, 以及叶脉分布; E. 子囊和子囊盖; F. 孢子囊; G. 孢子的正、側面观。 id. 囊群盖; sp. 子囊。(全部是实物写生)

内部构造 莖 莖具网状中柱而有多丛黑色的厚角組織，木質部的发育是中始式。 叶 叶片的上、下表皮細胞沒有什么不同，气孔及子囊托与囊群盖都由下表皮而生。中脉內有两条維管束，是双支并行而生，維管束內木質部居中，而韌皮細胞圍繞其外，成同心式的周韌构造。叶肉分1层栅栏細胞及5，6层海綿組織。在中脉的上面中部，有下陷的凹縫，縫下的細胞与中脉的下皮层都加厚成厚壁組織，叶柄的上面平而下周圓，內含5条維管束，每1条維管束成1个同心周韌的构造。叶柄的下皮层，具10余层細胞，其形小而壁厚，是厚壁組織。 根 根的中柱是外始式二原型。皮层細胞的外周有7，8层形大而壁薄，含有粒状碳水化合物很多，中部的5，6层形小而壁厚，所含的物質也漸少。最內圍繞中柱的数层，則极端厚化，成为厚壁的紆維組織。孢子囊 囊群盖是鱗片状的构造，自子囊托的中央生出，而翼蓋其上。孢子囊由托的四周向外生长(图213.*E*)。子囊的构造是标准薄囊蕨式，其形扁圓而杆長数节，是复細胞构造。环带縱繞，有18枚厚壁細胞。口的构造甚属完全，具2枚特化的唇細胞。子囊开裂时是横裂(图213.*F*)。孢子 孢子棕褐色，外壁有翼状凸起(图213.*G*)。

配子体 配子体是叶状的扁平原叶体。原叶体与雌、雄配子器以及胚胎的发育及构造等都与蕨相仿佛。

生长环境 貫众属的分布非常广泛。南非洲，檀香山，南、北美洲，日本都有生产。我国各地多有，且用以入葯，据說可治流感。貫众生长之处，多在阴湿地区或林木蔭蔽地带。

滇紅腺蕨(*Diacalpe christensenae*)

孢子体 滇紅腺蕨属于岩蕨科(Woodsiaceae)，是云南独有的新种，兹依新种发现的原文[秦1949]，擇其主要之点而稍加以增减，叙述如下： 莖 地下莖，短而直生。 叶 叶干綠色，質薄而柔軟，是四重羽状复叶。全叶外形成卵状，前端尖細，基部圓鈍。小叶片闊披針形，前端紆細，有鋸齿。叶片下面沿叶脉密生紅色杆状腺毛，上面沿叶脉生長灰色刺毛。叶柄很長，淡紅褐色，密生褐色披針形的鱗片。叶軸弯曲很剧烈。叶脉分离，每1个鋸齿具1条小脉。 孢子囊 子囊群大而圓，位于小脉的梢头，每1小叶片的1个裂片生長1个孢子囊群。囊群盖灰褐色，圓球形，有凸起的腺体，全盖是膜質而很坚韌，成熟时，开裂成不規則的2，3瓣。 孢子 孢子小而长圓形，半透明，具翼状凸起。

内部构造 笔者因为时間不許可，无暇应用石蜡制作切片，对于根、莖、叶各器官，仅以徒手制片供观察，作此初步报告，詳細描述尚有待于他日。 莖 此蕨的莖弯、扭、斜生而极坚硬，所以很难制片(图214.*A*)。中柱是网状而分裂的，具圓形或長圓形的維管束数条，束的大小很不均匀。維管束的构造是周韌的。每1条維管束之外，有1层极細小的內皮細胞，凱氏带紆細可观。中柱鞘2层，其細胞的长短与內皮細胞相似，而寬度大1倍，且含有濃厚的細胞質。韌皮細胞通常形小而多角，在木質部內、外两侧的約4，5层，在两端的似仅1层而已。在莖的横断面上，木質部成为略似梭形的分布。管胞也很細小，其直徑仅略大于韌皮細胞而已。但为数很多，且大小相同，所以原生、后生木質部的分化很不明显，管胞之間且有木質薄壁細胞夹杂而生。莖中髓部与皮层都很寬广，且有棕黑色的厚角組織成为条柱构造散布其中。而皮层的外周又有厚壁細胞

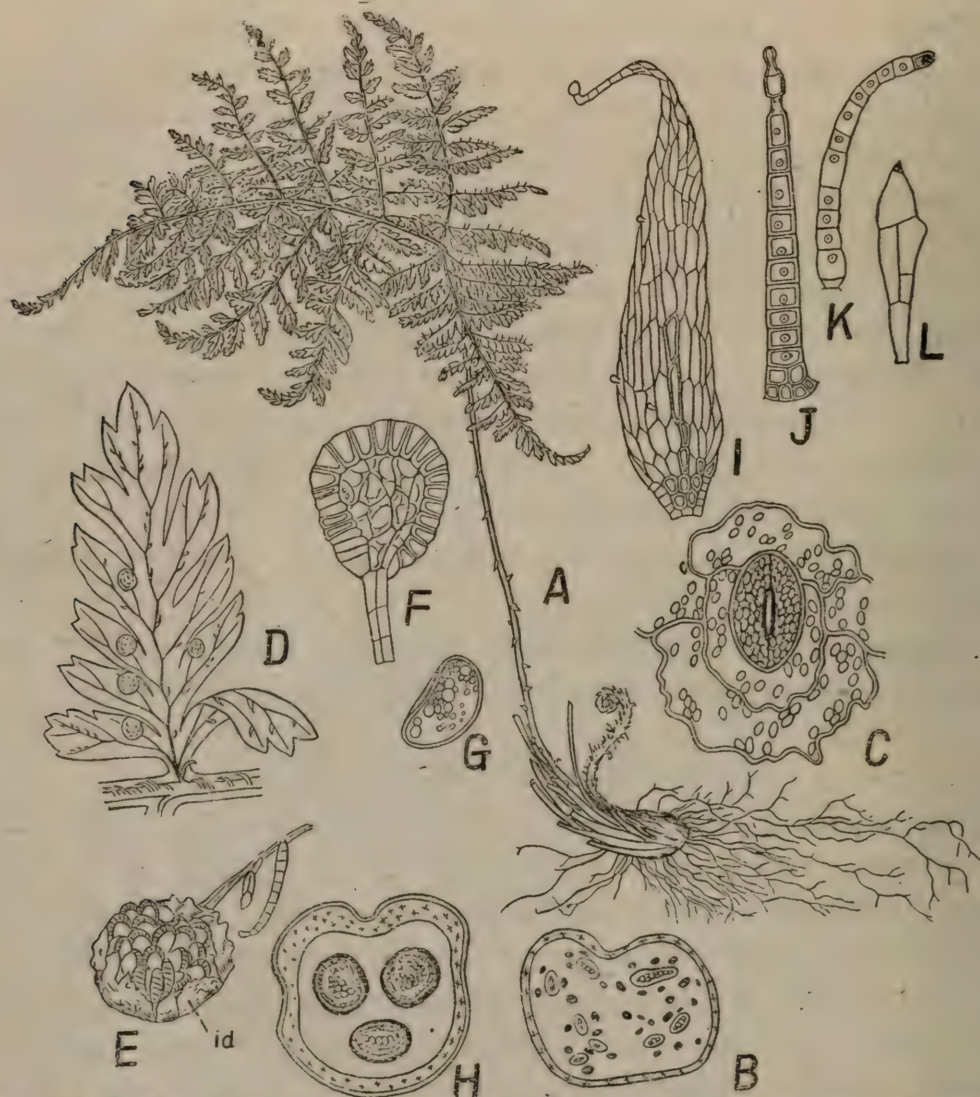


图 214. *A.* 滇紅腺蕨(*Diacalpe christensenae*) 的写生图; *B.* 匍匐茎横断面略图; *C.* 气孔的构造; *D.* 小叶裂片的腹面,表示:各种腺毛,球状子囊盖,并叶脉的分布; *E.* 破裂的子囊盖及裸露的孢子囊; *F.* 孢子囊; *G.* 孢子; *H.* 叶柄横断面的略图; *I.* 具腺毛的鱗片; *J.* 复細胞棕色胺質腺毛; *K.* 頂端細胞含紅色液体的腺毛; *L.* 頂端細胞含白色物質的短毛。*id.* 囊群蓋。(全部是实物写生)

的分化 (图 214. *B*)。 根 根細而分歧, 具有很多支根 (图 214. *A*)。其中柱是外始式二原型。每丛原生木質部具 2, 3 枚原生管胞。后生管胞較原生的大数倍, 其数量也不很多。韧皮組織居木質部的兩側。根部的韧皮部、中柱鞘以及皮层 3 种組織的細胞都极細小。皮层自外至內約具 8, 9 层細胞, 在外周的細胞大, 而內部的漸小, 外周細胞成长方形而多角, 漸到內部漸成扁平的。皮层最內的 4, 5 层細胞都是厚壁組織, 且愈到內部細胞的壁愈厚, 在最內的 2、3 层几无細胞腔可寻。自表皮向內的 3, 4 层都是厚角細胞。根中所有的細胞都沒有胞間隙。 叶 叶很薄, 叶肉沒有栅栏、海綿組織的分別。气孔腎状与鉄綫蕨相同, 生于叶的下面(图 214. *C*)。叶脉的分

布不及叶綠(图 214. D)。 叶柄 鳳蕨叶柄的横断面通常上平下圓，其形略似馬蹄。此蕨叶柄的外形也是如此。維管束仅有 3 条，3 条之中，2 大 1 小，大的在上面，小的在下面，其生長的位置恰成 1 个正三角形，每一条維管束的周圍必有黑色的厚角組織圍繞着。叶柄的下皮层多角而形小，当叶柄漸老时，此种小型的細胞便分化成为厚壁組織(图 214. H)。 毛及鱗片 此蕨用紅腺为名，其毛与鱗片都具有腺細胞。叶柄具披針形而上端尖細的鱗片，在其頂端最上面的 1 枚細胞，其上部膨大成球，是为腺細胞。其余的細胞，也可向外发生較小的球状凸起，凡凸起的都是腺細胞(图 214. I)。在叶片上面具有复細胞的綫状毛，其尖端也成球状，而内含黃褐色的膠状液体。但其余細胞則无色透明(图 214. J)。另外在叶的下面，有复細胞綫形而弯曲成鈎状的毛，此毛除尖端的 1 枚細胞含有鮮艳深紅的液体外，其余的細胞也都沒有什么色素(图 214. K)。此外，尚有短而較闊淡棕黄色的毛，也生在叶的下面，此毛仅有 4，5 枚細胞，在頂端的細胞不圓而尖，在其尖端之內，含有白色不透明的物質(图 214. L)。 孢子囊 子囊托高举而凸出叶面之外，与桫欏科仿佛相同。囊群蓋由托的基部而生，且包裹子囊托与子囊群的全部。囊群蓋的外表也有很多凸起的腺体(图 214. E)。孢子囊扁圓，略成三角形，环带縱繞，具 12—18 枚厚壁細胞。子囊杆不很長，具細胞 3 节(图 214. F)。 孢子 孢子腎状，无色透明，含很多脂肪(图 214. G)。

配子体 配子体如何，尚无报告。

生长环境 此屬原来是单种屬，仅有 1 种(*D. aspioides*)，广布于亚洲热带及亚热带，包括云南等地区。最近据秦仁昌先生研究，在西南又发現 2 种。本种是云南中部特产，常生于竹箐下，蔭暗丛林中。昆明玉案山筇竹寺前箐沟中很多，另 1 种产在四川峨眉山。

水龙骨屬(*Polypodium*)

孢子体 水龙骨科是眞蕨中最高等的，其所包含的屬与种也最多。本科蕨类概是附生或陆生草本。 莖 莖匍匐或直立，具有鱗片(图 215. A—B)。 叶 叶是单叶或羽状复叶，也有少数是更复杂或两歧的。叶片堅硬，革質，有或无鱗片及毛。叶脉分离或成网状而不分离。叶柄通常有关节。 根 根是須根，多数是不定根。 孢子囊 孢子叶与营养叶沒有什么分别。子囊扁圓形，有长杆。环带縱繞，不完全而与杆相遇。子囊口极发达，有特化的唇細胞。子囊开裂时是横裂(图 215. D)。 孢子 孢子两面型，很少为四面型。每 1 子囊产生 32 枚孢子的最为普通(图 215. E)。

內部构造 莖 水龙骨莖的頂端具有 1 枚四平面的倒金字塔形分生細胞，凡莖的构造都是由此分化而成的。据狄貝雷 [De Bary 1884] 的报告，水龙骨地下莖的腹与背 2 部，各有 1 条比較粗大的維管束，其余細小的均相对两旁叶片而生。叶迹向上弯曲交叉成为网状构造。所以一般水龙骨的老莖，具极度分裂的网状中柱。維管束的横断面成長圓或圓形。木質部居中，韌皮組織外繞，成为同心維管束。原生木質部常生于后生木質部的两端或外周，这是退化的中始式或外始式。莖中叶迹、叶隙俱全。在昆明附近所采的滇水龙骨(*P. manmeiense*)，其莖中层与髓部的构造沒有什么不同。叶隙特別寬大。而維管束很細小，极度分散，并且为数不多，所以其构造与分体中柱非常相近，是高度分裂的网状中柱(图 215. F—G)。大小不一的棕黑色厚角組織，散处

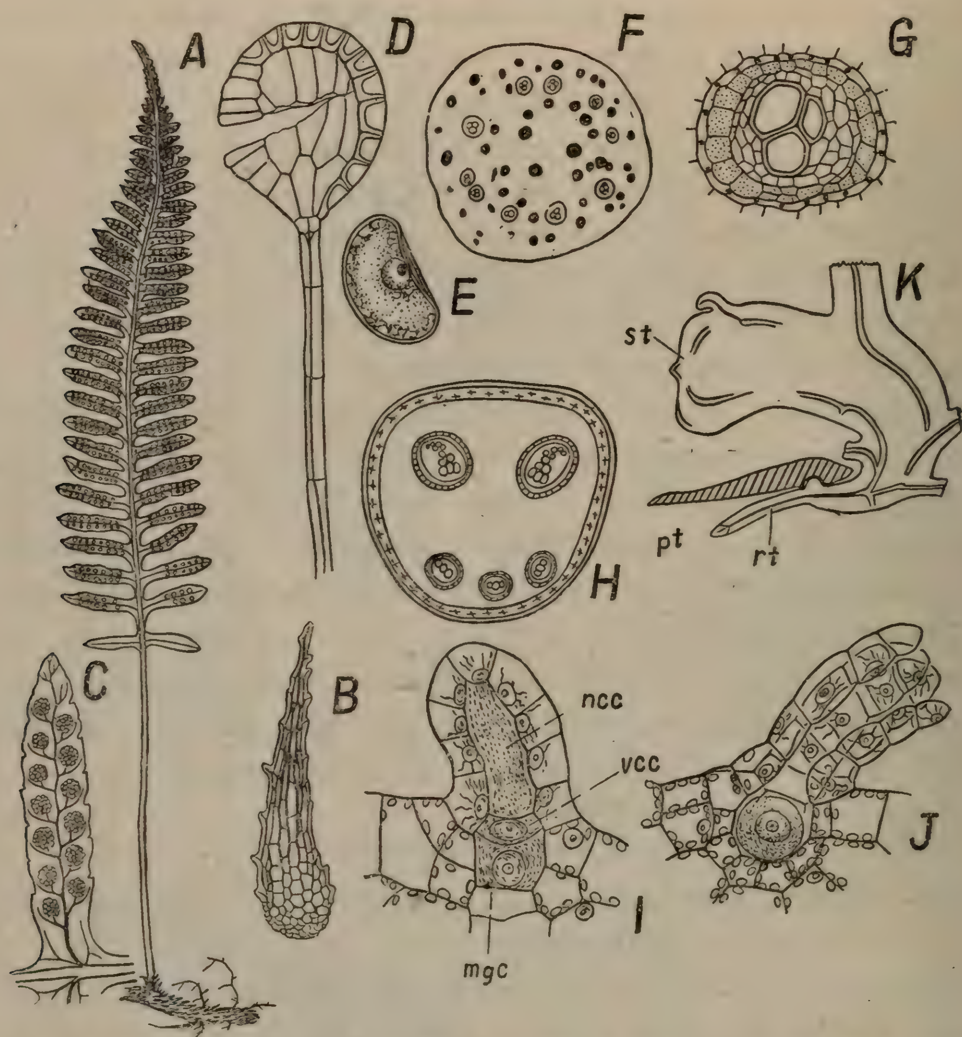


图 215. *A*. 滇水龙骨(*Polypodium manmeiense*)的写生图; *B*. 具厚壁复細胞的鱗片; *C*. 小叶片腹面的叶脉与子囊群; *D*. 孢子囊; *E*. 孢子的側面观; *F*. 莖的橫断面,表示:維管束与黑色厚角組織的分布; *G*. 維管束橫断面的构造图,自外而內表示:內皮层、中柱鞘(加点的)、韧皮組織、木質部; *H*. 叶柄的橫断面; *I—J*. 雌配子器; *K*. 孢苗的发育。*ncc*. 頸沟細胞; *vcc*. 腹沟細胞; *mgc*. 雌配子細胞; *pt*. 原叶体; *rt*. 根; *st*. 莖。(*A—H*. 实物写生及临徒手切片; *I—J*. 临 Strasburger; *K*. 临 Bower)

髓部及皮层中。 叶 滇水龙骨叶片的下表皮剧烈地向外膨凸, 叶肉 5, 6 层, 无栅栏、海綿 2 組織之分。胞間隙小而不多。維管束极为細小, 单独生长。囊中, 管胞 3, 4 枚聚生一处。原生木質部极少, 而居后生木質部的旁边。韧皮組織圍繞木質部而生。叶柄横断面的外形与树蕨相似, 也是上平而下圓。在上半部的两旁各有 1 条比較粗大的維管束。在下半部則有 3 条細小的(图 215. *H*)。木質部的发育是外始式, 而維管束的构造也是同心的, 柄內除数层下皮层細胞特化成厚壁組織外, 其余的都是薄壁組織。 孢子囊 在所有薄囊蕨中, 孢子囊发育的情形都相同。但子囊位置与子囊群盖如何, 则各不相似。水龙骨的子囊通常在孢子叶的背面成群生长。子囊发生很迟, 子囊群圓形而散布于叶面, 与叶脉有特殊的关系, 通常生长于內含小脉的末稍。子囊发

生之先，叶面发現下陷窩穴。窩穴的底有凸起的构造，这是胎座，子囊由此而生。子囊发生之初，胎座的表皮細胞向外膨凸，成为子囊母細胞。当母細胞膨大成为半球形时，便发生横断分裂，于是分化成內、外 2 枚細胞，內細胞与子囊的分化无关，且与邻近各細胞的高低、大小相同，所以不久卽不易分辨。外細胞是子囊原始細胞。由此，自其基部到頂端，不断向三方面作魚鱗式的歪斜分裂，所以魚鱗式的細胞縱裂成为 3 行。其頂端有 1 枚倒金字塔形細胞。此后，幼子囊的頂端膨大。金字塔形細胞发生頂端平周分裂，便成为 1 枚頂細胞。由頂細胞，与包圍于金字塔形細胞外，其他三边的細胞，合成子囊壳。水龙骨的子囊壳各細胞，虽由此 4 枚細胞分化而成，但永远是单层构造。壳內的金字塔形細胞叫做孢原，由此向四边平周分裂，成 4 枚初生絨毡細胞。孢原第一次的分裂通常是横裂，但也有斜裂或縱裂的。不論初次的分裂是縱还是横，其第二次的分裂必与它成直角。而第三次的分裂又与第二次的成直角。結果，孢子組織的分裂很規則。由 1 枚細胞分成 2，由 2 而 4，最后成 8 或 16 枚。如此分化所得的細胞，就是孢母細胞。由此行減数分裂，然后各自分化成 1 枚四分孢子(图 210. *K*—*Q*)。

配子体 水龙骨的原叶体是标准的心脏形，質薄而两翼寬大，生长迅速，发育很快，惟寿命不长。 雄配子器 雄配子器生长在原叶体基部的腹面。器圓球形，向外凸出，頂端有 1 枚冠細胞，其下有圈細胞，圈細胞共分上、下 2 层。器內产生雄配子的数目通常是 32 枚。雄配子螺旋状、多弯、纖毛丛生，且尾端附有小囊。 雌配子器 雌配子器通常丛生于原叶体前端幼嫩之处，而在陷凹部分之后。其頸具細胞 4，5 层，向外凸出，而向后弯曲很剧烈。內含 1 枚頸沟細胞，而常具 2 核(图 215. *I*—*J*)。

胚胎 接合子最初的分裂是依照雌配子器頸管作縱裂的。第二次则是横裂。在此 4 枚細胞的时期，各細胞与日后器官的关系已可决定。靠近原叶体前部的 2 枚細胞，其在上方的，是莖所自分成的細胞，下则是叶。在后部上方的，日后分化成基足，其余 1 枚分化成根。莖与叶最初平行生长于原叶体之下。不久，由原叶体的陷凹处向上伸出(图 215. *K*)。

生长环境 水龙骨属多半是附生植物，生于热带、亚热带与溫带地区。其中以水龙骨的分布为广泛，国內华中、华南、华东等地都有。

槐叶目苹(SALVINIALES)

本目特征 本目蕨类的孢子囊成群生于托上，由生于基部的向上成熟。囊群盖球形，包圍子囊群之外，此盖也称为孢子果，孢子果有大小之分，大孢子果中产生 1 枚大孢子。小孢子果中产生多枚小孢子。大、小孢子囊都无环带。原叶体很简单，屬此目的蕨类都是水生，自由漂浮，其莖匍匐、平展生长而分歧，莖中具 1 单条的維管束。叶在芽中不作蝸卷状。本目仅槐叶苹及滿江紅两科，二者从前曾被認为是 1 科(参閱[Verdoorn 1938] 550 頁)。

槐叶苹属(*Salvinia*)

孢子体 槐叶苹是水生蕨类，全体自由漂浮。 莖 莖細，匍匐生长，分枝，有毛，而无根。

叶 叶輪生，每3叶成1輪。每輪中，2叶是綠色、全緣而漂浮水面的，此2叶的叶脉是网状分布。第三叶是吸收叶。吸收叶无綠色，分裂很細，成根毛状的腺体，下垂水中(图216.*A*)。 孢子果 孢子果每4—20枚成1丛，每1果，生长于裂叶分枝的頂端。果圓或卵圓形(图216.*B*)。果壳很薄。在1丛孢子果中，居于頂端的1，2枚通常产生大孢子囊。其余的产生小孢子囊。孢子果的基部，分化成柱状的托，托內有叶脉的分化。每1个大孢子果中，产生数枚到20余枚大孢子囊(图216.*F*)。每1个大孢子囊中，仅产生1枚大孢子(图216.*E*)。小孢子果中，产生无数小孢子囊(图216.*F*)。每1个小孢子囊中，产生64枚小孢子(图216.*J*—*M*)。每1个丛生的孢子囊，叫做子囊群。其果，則是子囊群盖特化而成的(图216.*C*—*F*)。

內部构造 茎 槐叶苹茎的尖端，有1枚倒金字塔形分生細胞(图216.*U*)。中柱是管状构造，其維管組織退化得很剧烈。內皮层很明显。皮层組織中有大型气室很多，圍繞于中柱的四周。薄壁細胞分化成薄板状的构造，連接于中柱与表皮組織之間，成輻射状的生长。 叶 槐叶苹的叶分为两种，其一是营养叶，另一是吸收叶。营养叶中仅有1条維管束，大型气室2层，2层之間，仅隔1层薄壁細胞而已。上、下表皮細胞向外发生成毛，而毛的生长尤以叶的上面为多。吸收叶分歧繁多，成为細长根状的节。其外周发生无数假根状的細胞。每节的尖端有1枚分生細胞。 根 槐叶苹并不发生任何式样的根。

配子体 雌配子器 在秋冬的时候生长停止，槐叶苹的茎逐渐分断成为多节，孢子果便沉于水底。当果壳腐烂后，孢子通常連子囊壳漂浮水面。大孢子第一次的分裂是横分，由此分成上、下2枚細胞。上細胞体积較小，而是凸鏡状，配子体的組織由此分化而成。下細胞很大，充滿全孢子的中部，由其細胞核分裂成为多数游离細胞核，散居細胞質中。此等游离細胞核永远不分化成組織。久后，自行退化而終被吸收。在孢子上方配子体組織的中央，是最初1枚的雌配子器原始細胞所发生之处。雌配子器下陷于配子体組織中，而頸露于外。器中自下而上，有雌配子、腹沟、頸管、細胞各1枚，而頸沟細胞中含核2枚(图216.*N*)。当雌配子器发生的时候，孢子壁終被脹破，一部分的配子体与雌配子器便高凸裸露于外。 雄配子器 每1个小孢子囊中产生64枚小孢子。小孢子萌发于膠質体中。当孢子膨大的时候，其原生質体横裂为上、中、下3枚細胞。不久，下細胞又横分成大、小不同的2枚細胞。其較小的处于最下面，成为基部細胞，此細胞与其他异孢蕨类雄配子体中的原叶細胞相似。在最初分裂所得的上、中、下3枚細胞中，其上、中2枚細胞繼續分裂成为2枚雄配子产生細胞及4枚不育細胞。每1枚雄配子产生細胞，发育4枚雄配子細胞。每4枚雄配子細胞自成1丛，每2丛之中，有1枚大型不育細胞間隔着。而每丛的上、下另有小型不育細胞圍繞着(图216.*O*—*R*)。学者認为每丛細胞是1个雄配子器。而每1枚小孢子含2个雄配子器。在孢子最初所分的上、中、下3枚細胞中的最下面1枚，逐渐长大延长，将上方各細胞推挤到膠質体的表面、并穿脫孢子囊壳而露出于外。雄配子是螺旋状的构造，其弯卷約近2圈，纖毛不多，比較一般蕨类少。

胚胎 雌配子器成熟时，頸沟与腹沟細胞都行退化，器口的頸細胞向外开放。雄配子聚集頸口。最先进去的与雌配子細胞交配，便成为接合細胞。接合子最初縱裂，分成2枚大、小不等的左、右細胞。此后，再縱、横分裂，便成为8枚細胞。如以左、右来說，在右边的細胞，日后分化成

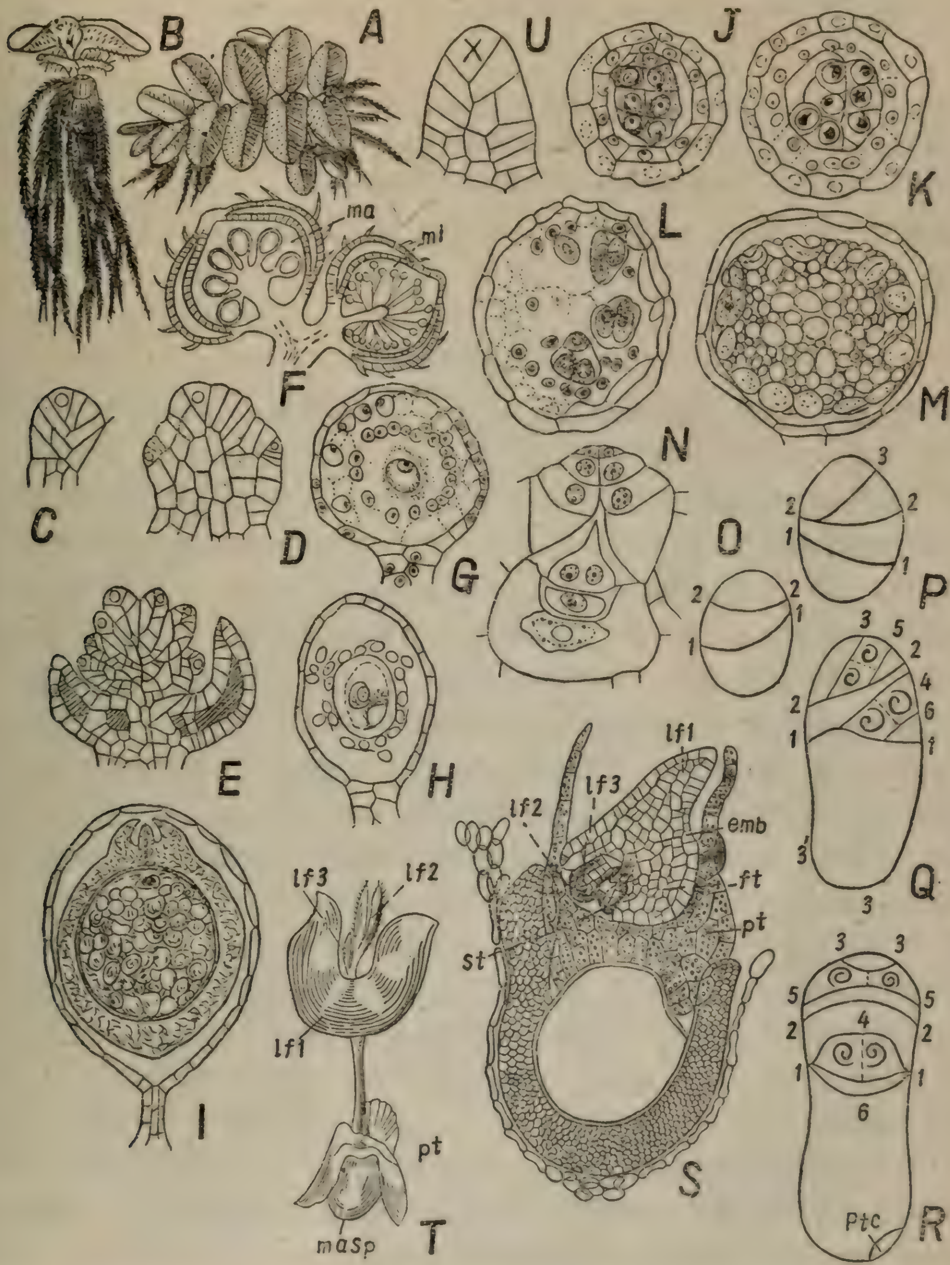


图216. 槐叶苹: *A*. 槐叶苹(*Salvinia natans*)的写生图; *B*. 孢子体的側面观, 表示: 孢子果及变态叶; *C*. 子囊群原基及分生細胞; *D*. 孢子果自弯曲部分开始形成; *E*是*C*与*D*的后期; *F*. 大、小孢子果的縱剖面略图; *G*—*H*. 大孢子囊的发育; *I*. 成熟的大孢子囊及大孢子; *J*—*M*. 小孢子的发育; *N*. 雄配子器; *O*—*R*. 雌配子器的发育; *S*. 胚胎及原叶体; *T*. 孢苗; *U*. 茎端分生細胞。*ptc*. 营养細胞; *lf*1. *lf*2. *lf*3. 幼叶; *pt*. 原叶体; *masp*. 大孢子; *ft*. 基足; *st*. 茎; *emb*. 胚胎; *ma*. 大孢子囊; *mi*. 小孢子囊; 1—6. 数目字表示分裂次序。(*A*实物写生, *B*, *S*, *T* 临 Pringsheim, *F*. *I*. 临 Strasburger, *C*—*E*. 临 Zawidski, *G*—*H*. 临 Kundt, *J*—*M*. 临 Yasui, *N*. 临 Arnolde, *O*—*R*. 临 Belajeff)

基足，基足是吸收之用，但并不很增长。其余在左边4枚細胞中而在外方的2枚，分化成心脏形的子叶。在內的另2枚，成为幼莖。此幼植物不久卽生长延长，而出于配子組織之外（图216. *S—T*）。

关于幼胚器官各由1枚細胞分化而成。但分化成根的部分，发育不久卽停止生长，而其組織与基足相混杂，无法分辨，所以槐叶苹在胚胎时期也有根的遺迹。然而学者認为此植物无根，而其胚胎有根，实在是严重的問題。所以对于槐叶苹除已研究的各种外，其余尙有継續研究的必要。

生长环境 槐叶苹生于水塘池沼中。分布得很广泛。我国南北各地水塘、池沼、水稻田中都有分布。

滿江紅屬（*Azolla*）

孢子体 滿江紅屬屬于滿江紅科（Azollaceae），植物体很細小，全体漂浮水面，滋长繁盛，滿布塘面，成为一片紅色。 莖 莖細小，羽状分歧。 叶 莖上小叶密生，复盖全莖。叶是互生，且彼此重迭。每叶分成上、下两片。在上面的是綠色的，其质厚，且叶的一边浸入水中，一边漂浮水面，在漂浮之面，生长乳头状的毛。叶的另1片，則是吸收叶片，其质极薄，沒有什么色素（图217. *A*）。 根 莖的下面生細长的根，根单生或丛生。 孢子果 孢子果有大、小之別。大的长圓或作瓶形，含1枚大孢子囊。小的球形，含丛生的小孢子囊。孢子果生于側枝的第1叶上。产生孢子果的叶，其吸收叶片特成2小枝，每1枝头生长1个孢子果。而叶的另一片，原先是营养部分的边緣，特成1风帽式的盖片，将孢子果复盖着（图217. *C*）。

内部构造 莖 滿江紅的莖，虽极纖細，而构造的分化則很发达。莖的尖端具有1枚倒金字塔形的分生細胞。中柱的中央，有外始式的木质組織。在其外周，有韧皮組織圍繞着。中柱与內皮层各是1层細胞。皮层約厚5—8层，其細胞都是薄壁的，且无胞間隙。莖中有叶隙、叶迹与根迹。又因木质部的中央含有少数薄壁細胞，所以中柱的式样可以認为是最簡单的管状中柱（图217. *B*）。 根 不定根、中柱鞘、內皮层及皮层的最內层都发生自同一母細胞。此細胞分生1枚倒金字塔形的細胞，自其前面所分裂的細胞卽是根冠。其余3面所分化的是根的各部分。在根的成熟部分可分表皮、皮层及中柱組織。皮层通常具2层細胞，并有胞間隙。內皮层及中柱鞘各1层。中柱是原生式，仅具管孢与韧皮細胞各数枚而已。木质部是外始式，四原型。表皮細胞也有延长生长成根毛的。 叶 叶片分上、下2部分，在上面的是营养叶片，其外緣有1层表皮，由此向上发生单細胞或复細胞的毛。在叶片前端上半部分的叶肉，分化成栅栏組織，并含有叶綠体。叶片的后部分下方，有1个大型的穴，穴中每有項圈藻属（*Anabaena*）寄居。叶肉組織有胞間隙。叶片的下部分，有特化成枝状的孢子叶而生长孢子果的，也有特化成吸收器官的。但无論吸收叶或孢子叶其叶体都不发达。 孢子果 滿江紅的孢子果圓球形，是囊群盖特化而成的。孢子果壳具2层細胞，內腔有項圈藻寄居其中，基部有柱，孢子囊的原始細胞丛生于柱旁。倘柱頂端的1枚孢子囊原始細胞发达，其余的退化，則結果发育成大孢子囊，其果則是大孢子果（图217. *D*）。如果大孢子囊退化萎縮，而各小孢子囊发达，則果中含有丛生的小孢子囊，此果則是小孢子果（图217. *E*）。 大孢子囊 滿江紅孢子囊的发育是薄囊式。其大孢子囊具1层壳細胞，內周有1层

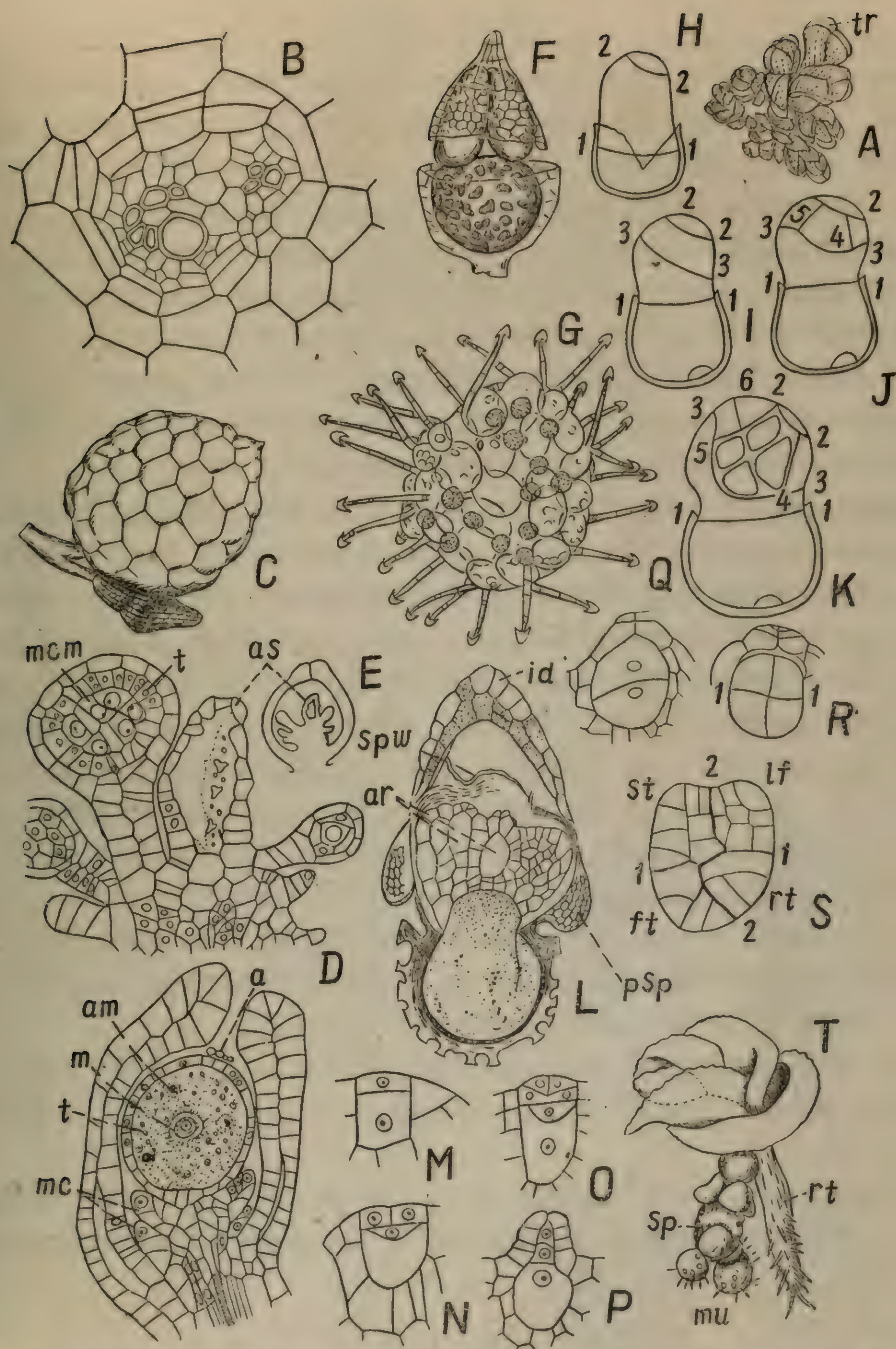


图 217. 满江红：A. 满江红 (*Azolla imbricata*) 的写生图；B. 细满江红(*A. filiculoides*)茎中柱的横切面；˙表示：叶隙与叶迹；C. 小叶满江红(*A. microphylla*)的大、小孢子果，大型而在上面的是小孢子果，葫芦形而在下方的是大孢子果；D. 坎州满江红(*A. caroliniana*)发育及败育的大孢子囊并基部已停止发育的小孢子囊；E. 同上种小孢子囊的发育和大孢子囊的败育；F. 开裂的大孢子果，下部是具有巨大孔纹周壁的大孢子，上部是胶质体块；G. 坎州种的胶质块与钩状刺及小孢子；H—K. 同 C 雌配子体的发育；L. 细满江红的雌配子体；M—P. 同 L 雌配子器的发育；Q—S. 同 L 胚胎的发育；T. 同 L 幼植物仍长在大孢子的时期。*tr.* 透明部分；*id.* 囊群盖；*spw.* 孢子囊壳；*ar.* 雌配子器；*psp.* 孢子囊周壳；*a.* 项圈藻(*Anabaena*)；*am.* 败育大孢子，*m.* 大孢子；*t.* 绒毡层及其细胞核；*mc.* 停止发育的小孢子囊；*mcm.* 小孢子母细胞；*as.* 败育大孢子囊；*rt.* 根；*sp.* 孢子囊；*mu.* 胶质体，数目字表示细胞分裂的次序。（A 实物写生；R—Q 临 Smith，其余都从 Eames，B 临 Queva，C. 临 Martius. D—E. 临 Pfeiffer，F. 临 Bernard，H—K. 临 Belajeff）

絨毡細胞。囊中含大孢子母細胞 8 枚。經过減数分裂，成为 32 枚孢子。其中 1 枚長大，成为发育的大孢子。大孢子居子囊的基部，継續膨大，同时絨毡层組織退化成为含有泡沫的胶質体。发育的大孢子粘連于一团大型的胶块上。另有較小的 3 块胶質体，也粘有不发育的孢子，而居大胶块之上方。大孢子成熟时，孢子囊与孢子果都横断开裂，大孢子胶質体裸露水中，而破裂的子囊与果壳仍复罩其上，象帽子一样(图 217. *F*)。 小孢子囊 如果大孢子囊中全部的孢子退化时，小孢子囊原始細胞便进行发育。小孢子囊具有長杆，其发育的步驟也与其他薄囊蕨相同。每 1 个子囊含有 8 枚孢母細胞，由此分裂成 32 枚小孢子，小孢子均能发育，沒有退化的。小孢子初居絨毡层溶解所成的胶質体之中。其后迁移到其周圍。胶質体不久分裂成 4 块或較多的泡沫胶質体。每块胶質体，有多枚小孢子粘附着，并有向周圍发生鈎針状胶質刺的。小孢子成熟时，子囊与果壳都被脹破。此带有小孢子的胶質体漂浮而达到大孢子(图 217. *G*)。

配子体 雄配子体 小孢子萌发时，仍居胶質体中。萌发时，內壁向外膨脹，外壁破裂。一部分的內壁由裂口凸出于外，成 1 个小球。球內含 1 个細胞核。不久，发生 1 层横断壁，将小球与孢子內腔分隔成两部分。小球卽雄配子器原始細胞。孢子內腔卽是营养細胞。营养細胞自行分裂一次，成大小不勻的 2 枚細胞(图 217. *H—I*)。此后，便不再分裂。雄配子器原始細胞継續分裂，最后分成 1 层包圍在四周的壳細胞及居于中央的 8 枚雄配子产生細胞。雄配子成熟时，大概待胶質体溶解后，然后出外(图 217. *J—K*)。 雌配子体 大孢子萌发之初，其細胞核先行長大，然后分裂，由此分成 2 枚大小不同的細胞，小的居上，大的居下。大的含很多淀粉核，其細胞核不断地分裂，最后，成为 2 层配子体的細胞，每层含数枚細胞，在上层中央的細胞首先发育成雌配子器。当雌配子器原始細胞将进行发育时，大孢子壁被脹破，而配子組織由裂口凸出于外。凸出的組織成 1 球形，內含 5 到 8 层細胞(图 217. *L*)。此球状的組織中，最先分化 1 枚雌配子器原始細胞，如果其配子不进行交配，則其周圍的細胞另行发育成雌配子原始細胞。雌配子器有 3，4 层頸細胞，高出于配子組織，1 枚或 2 枚頸沟細胞，初生腹細胞有不再分裂卽成雌配子細胞的，也有分成小型的腹沟細胞与較大的雌配子細胞的(图 217. *M—P*)。

胚胎 接合子先行延長，隨后横裂成 2 枚細胞，再縱裂成 4 枚細胞。此 4 枚細胞中，其靠近頸管的 2 枚，日后分化成叶与莖。另 2 枚，发育成基足与根。根、莖、叶都各具 1 枚頂端分生細胞(图 217. *Q—T*)。

生长环境 滿江紅分布很广，我国各地都有。通常与槐叶苹夾杂而生，紅綠相映，滿盖水面，至为美丽。据厦門大学生物系曾定同志的研究，証明滿江紅能够固定氮气，可以作为肥料。

古眞蕨类(FOSSIL FILICALES)

眞蕨虽一度被認为是石炭紀最繁盛而居主要地位的植物。但到現今，已漸知不确。其发生开始于泥盆紀，傳衍到二迭紀，而繁茂于石炭紀。虽古今种类的外表相差悬殊，但其子囊、孢子与維管束的构造則沒有什么不同。惟所发現的化石，多属碎片，所以要想看到全貌是非常困难的。只有略举数則，以資参考。断章取义，势所难免。

原生蕨属(*Protopteridium*)

孢子体　茎　小原生蕨(*Protopteridium minutum*)是蕨类的原始种类，形体很細小。在1块化石碎片中，茎的下段仅闊2毫米。此植物大概具有継續向上生長的主干与側枝。　叶　此蕨的“叶”实际上是枝、叶二者过渡的器官。其長7—8毫米。中部对分为2枝，近前端时又是二叉分歧。其构造似側枝，而比茎干扁且薄。但无叶脉。較長而狹，或較短而寬的叶子，以及不象普通叶片那样成为扁平体而与枝茎沒有分別的，也都有发現。这更足以証明叶与枝的关系（图218.*A*）。　孢子囊　孢子囊長1—1.5毫米，卵形到梭形，也偶有成筒形的。通常稍弯，頂端小。孢子囊壳的細胞都是長而狹的，但在中部有縱列的区带，其細胞較短。此区带大概是1条原始而不完全的环带，其細胞成多行排列。但其細胞的构造是与现代眞蕨的环带非常不同的。此构造除被認作是环带而外，也很象子囊开裂之处。虽其构造較闊于现代子囊的口、而此区带很与1裂縫相似(图218.*C*)。子囊丛生于枝头。每丛有子囊4—6枚，群生于1公共的杆上，或生于二叉分歧的枝头(图218.*A*)。　孢子　孢子圓形而具有四面。在子囊内外都有发現。孢子外壁光滑，但偶或具有2个角质乳头状或他种凸起的，在同一子囊中所产生的孢子，大小很不一致。其直徑最大的是0.06毫米，而最小的仅0.03毫米而已。但孢子的形式、构造都相同。虽其最大与最小相差得非常悬殊，但介乎二者之間的为数也多，这样看来，体积的不同是逐渐变更的，所以其孢子仍属同型，而不能認为是异型的(图218.*D—E*)。

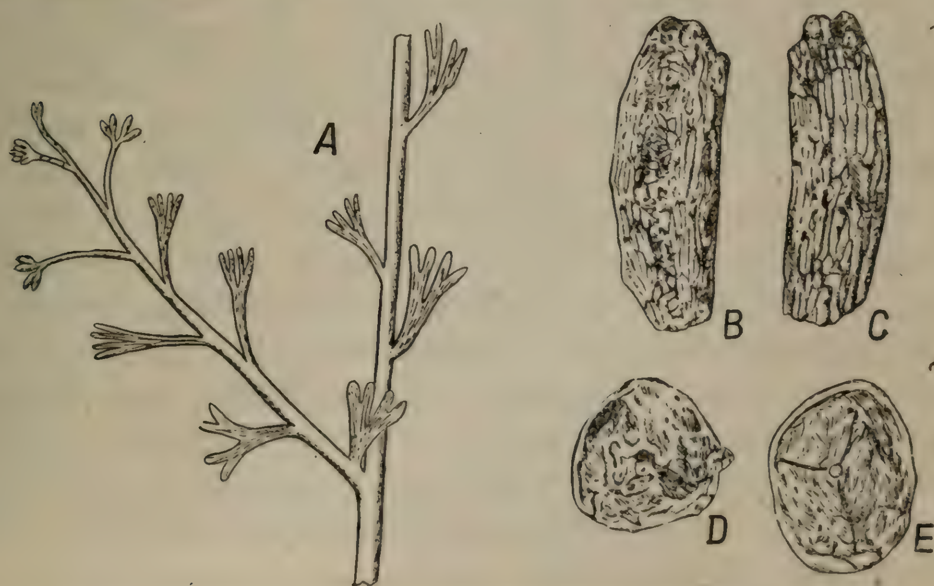


图218. *A*.小原生蕨(*Protopteridium minutum*)的复原图；表示：群生枝头的孢子囊及柱状与扁平的叶；*B*.已脫落的孢子囊，表示：中部具有縱列的区带；*C*.已脫落的子囊，表示：細胞构造保存良好；*D—E*.孢子，孢子的四面很清楚可观。(各图均临 Halle)

发現地区　小原生蕨产于我国，其发現的地点是云南东部沾益县龙华山。所在的地层是下

泥盆紀的上期，或中泥盆紀的下期。

蕨綱提要

(1)蕨类是孢子体与配子体独立生长的植物。孢子体构造复杂，有根、莖、叶的分化，具維管束。幼叶作拳状蝸卷。减数分裂在孢子囊內进行。配子体簡单紆小，沒有什么分化，胚胎生長在配子体上，待幼苗发生根、叶，然后独立生长。 (2)蕨綱分为厚囊蕨和薄囊蕨2亚綱。厚囊蕨的子囊壳具数层細胞。子囊无杆。子囊壳是子囊原始細胞，由最初横分成上、下2枚細胞中的上細胞分化而成。孢子組織则由下細胞分化而成。薄囊蕨的子囊有杆或无杆，子囊壳仅具1层細胞，当子囊原始細胞分为上、下2枚时，下細胞与上細胞的一部分，分化成为子囊杆或为子囊基部，而孢子囊壳与孢子組織全是上細胞所分化的。 (3)眞蕨有水生、陆生，孢子同型、异型之别，从前的人用这些作为分类的特征，現在已經漸不重視。 (4)凡根、莖、叶的頂端，一概具1枚倒金字塔形，一边向前，三边向后的四平面分生細胞。凡各組織无不由此分化。 (5)孢子体有毛或具鱗片，或二者俱全。大概构造簡单的种类似仅具毛，而繁复的則具鱗片。 (6)根是須根，其中柱是原生中柱。木質部是外始式，二原型，但也有四原型的，少有一、三、五等原型。 (7)莖分匍匐，直立、地下、地上、草本、木本、藤本各种。其中柱的式样有原生、星状、管状、网状、分体各式。維管束中韌皮与木質2部的生长，有間隔、外韌、双韌、內外各式。木質部的发育則有外始、中始、內始3种，而以中始式为多。中始式之內更有后生木質部不发生于原生木質部的內、外而仅分化在两旁的。 (8)眞蕨很少的具有形成层而发生次生組織。 (9)孢子叶与营养叶有完全不分、局部分异及完全分异3种。 (10)叶脉有二叉分歧，网状分布等等。又有分离与不分离的不同。叶脉中有2条維管束上下重迭而生、双条并行及单独生長各种。叶脉的构造是原生中柱、外始式、二原型，与根相同。 (11)孢子囊群有托或无托有囊群盖或无盖。盖是毛、鱗片或叶緣特化而成。(12)孢子囊由表皮細胞所分化、有单、复之別。有杆或无杆，有环带或沒有。环带縱繞、斜繞或横繞、完全、不完全或仅留遺迹。 (13)孢子二面型或四面型，同型或异型。 (14)原叶体有綫体、柱状及扁平各式，有內生菌与之共生或沒有。 (15)雄配子器多成球形、具1层壳細胞，凸出于原叶体之外或下陷于內。雄配子螺旋状多毛。 (16)雌配子器成長頸燒瓶式，下陷，半陷于原叶体之內或凸出于原叶体之外。頸沟細胞1或2枚，或1枚而含2核。 (17)胚胎分裂到4枚細胞时，已可决定每1枚細胞与日后器官的关系。眞蕨胚胎具有基足、根、莖、叶4种器官的原基，或基足、叶、莖3种。胚柄少見于眞蕨。

第六章　蕨类植物的演化

导源　蕨类植物科、属繁多，形态各异，古今种类构造不同，来源如何，很难判断，但根据各方面的报告，不外藻类与苔类两种說法。(一)藻类导源假說。藻类的植物体有以配子体为主，孢子体为副，而孢子体专营寄生的、象：团藻、鞘藻、車軸藻等都是。也有孢子与配子二植物体分別生长的，象：网地藻、多管藻、剛毛藻等都是(参閱第一編)。蕨类下等的象原生蕨，其构造简单与藻类的分別不多，所不同的只是陆生而不是水生而已。又莱尼蕨的构造除气孔及表皮而外，与高等藻类也沒有什么差异，所以有人認为蕨类导源于那些孢子与配子2植物体分別生长的藻类，如网地藻之类。但也有人認为蕨类植物是从綠藻中与胶毛藻目相似的种类所演进而来，而与其他藻类并无关系(参閱第一編)，(二)苔类导源假說。苔类具有扁平的原叶体，而孢子体寄生其上。角苔的配子体简单异常，而孢子体則化分成为半独立而生长长久且构造复杂的个体。多数蕨类具有扁平的原叶体，其孢子体最初也寄生在配子体上，但能生根或生假根，以营独立生长，这是蕨类与苔类所不同的。因此，有人認为蕨类导源于苔类，而裸蕨綱植物与角苔尤似有关系，其所相差的仅二者的原叶体圓扁不同而已。如果专依孢子体而言，那末未免断章取义，太武断了。此外又有以裸蕨的孢子囊中央具有柱的构造象杭尼蕨(参閱〔Verdoorn 1938〕507頁)，此种构造与水藓相同(参閱第三編泥炭藓)，所以二者也可能有关系。以上各种假說，虽根据事实，而切实証据很感不足。现在姑且記載在这里，以供参考。

关系　(一)裸蕨綱　裸蕨綱蕨类生存于古生代早期的志留紀及泥盆紀。此綱植物无根，无叶，而仅有旁枝，但也有具旁枝及小叶的。学者認为，今日蕨类都导源于此。因本綱不但是最古的蕨类，且其构造也极简单，实为原始种类所具有的特征。而古代蕨类的形态构造介乎裸蕨与眞蕨2綱之間的也很不少(如原生蕨等)，这更可証明其关系的复杂。(二)石松綱　属于本綱的植物有石松、鱗木、卷柏、水韭等目。依古今种类形态的比較而知本綱最古的植物是草本，其后方有乔木，而近代的又属草本(見石松綱提要)。古代种类如鱗木、封印木等与石松虽非直接有关，但其关系的密切自无待言。而现代生存种类各有联系，当无疑問。水韭、卷柏、胚胎的类似，卷柏(*Selaginella spinulosa*)、小杉兰(*Lycopodium selago*)幼苗的相同，都足以証明其演化关系的亲密(参閱〔Bower 1908〕第363—365頁)。此外，石松与舌叶蕨則因关系过密而引起演化上的糾紛。因为或以舌叶蕨类似1个石松的胚胎而認为下等，也有以其是退化的种类而反較石松为高的。其所以持有不同理論的，都因为对于原球的解释不同。在石松中有接合子不直接发育成1株石松，而先行分化成1个肉质圓球的，此圓球即叫做原球。原球无根，也无維管束，其薄壁組織、假根与內生菌类都与配子体很相似。石松在此时期，虽也生叶片，但此种叶片的构造简单，且无叶脉。所以称它为原叶而非眞叶。更进一步，此等原叶与原叶体上部分裂的叶片极相类似，所以石松在此幼小时期，虽是1个孢子植物体，而其外表及生理都与配子体沒有差异。当原球生长到一个相当的时期，由其侧面或內部向外发生茎、叶及根。至此方能独立生活。所以可以把原球認为是最简

单的孢子体，也可以看成是孢子体与配子体的过渡者。因舌叶蕨也有原球，而全体类似石松的1个胚胎，所以从前的人把它視为下等而認为較石松更原始。据現今研究，舌叶蕨是一种退化而特化的植物。且因环境变化所引起的反应，其生理及构造方面均趋向特化成块莖的特性。此外，舌叶蕨的根是眞根，叶是眞叶，二者均有維管束的分化。此則与石松的原球大不相同。况且，瓶尔小草与单子叶植物中也常发生原球，所以原球假說仅仅是历史上的陈迹而已。 (三)木賊綱 古代木賊类多是乔木，而現在留存的种类都是草本，虽其构造与单子叶植物相似，而二者毫无关系。古今木賊类的叶都是輪生，而現代石松与其化石种类(*Lycopodites stockii*)也有具輪生叶的。是否与木賊有关是很难說的。关于現代木賊的子叶球与苏鉄中的藏米亚 (*Zamia floridana*) 皮相虽同，而来源迥异，因为木賊生长孢子囊的盾状构造是孢子囊向下弯曲时，其弯曲的部分所特化而成的。如果取古今木賊綱植物的孢子叶球加以比較，則孢子叶退化与子囊杆特化的程序了然无遺，而藏米亚的盾状构造实际上是孢子叶所特化的，这是沒有疑問的，所以二者不可并論。(四)蕨綱 石松、木賊、裸蕨3綱一概称为小叶蕨类，而蕨綱則称大叶蕨类。在蕨綱之中又以孢子囊壳的厚，薄与其发生形成的不同而分厚囊蕨与薄囊蕨2亚綱。属于厚囊蕨的，其配子体多半成圓筒形，孢子同型，无大小之别。属于薄囊蕨的，配子体多半扁平，而孢子則有同型与异型之分。(甲)厚囊蕨亚綱 1.瓶尔小草目 瓶尔小草与观音座蓮2目同属于厚囊蕨亚綱，二者虽于特征方面很多相同，且同属下等原始种类，但实际上是不相亲的，瓶尔小草目为蕨类中下等的无疑，其中3属虽关系密切而各不相似，且七指蕨及某种阴地蕨(*B. dissectum*)的胚胎不具胚柄，尤与本目其余种属不相类似。 2.观音座蓮目植物的叶型、叶隙、叶迹以及孢子囊的位置都与薄囊蕨相同。而子囊发生的步驟則是厚囊蕨式，且除此而外，尙有很多其他下等特征。所以此二目都属蕨綱中最下等而原始的无疑。 (乙)薄囊蕨亚綱 此亚綱所包括的科、属最多，形态也最复杂，演化关系很难判断。但依据古今种类形态、构造与生活史各方面比較观察，都可以証明在薄囊蕨亚綱中以薇、海金沙与里白3科是最低下的，且各不相属，而高等蕨类似都由此3科分别演化而成。卽以孢子囊而論，芒萁骨的子囊群生于叶的表面；海金沙的子囊不成为群，而生于叶的边緣；而紫萁的子囊則生于叶的裂片上。薄囊蕨各科常因子囊生长的不同，而分为表面子囊、边緣子囊以及散生子囊3群。 1.薇科 本科蕨类介乎薄囊、厚囊之間，而实际上是薄囊蕨中最下等的。其特征多与古代蕨类相同。現今高等种类导源于此的不多。絕大部分的种类是古老原始的。2.里白科 本科蕨类孢子囊与雌、雄配子器的生长步驟等，都与观音座蓮科蕨类相类似。高等蕨类如桫欏等科都由此演化而出。 3.海金沙科 此科也具厚囊、薄囊两群的特征。高等蕨类如苹科、姬蕨科与膜叶蕨科等都导源于此。以上所述的是薄囊蕨亚綱演化上基部3科的概况，本亚綱科、属过多，未能一一論述，惟擇其比較有問題的才加以叙述。 4.水蕨目(Hydropteridineae)从前研究蕨类的人，往往将苹与滿江紅及槐叶苹3科合称水蕨目，因为它們是水生的，孢子异型，且子囊之外部都有特殊的孢子果。近年形态的研究比較深入，現知此3科植物的孢子果并非同一器官所特化而成。且按苹的特征，如叶的二叉分歧、子囊群的位置以及环带的式样等，都是与海金沙科相近的証明，是苹科的导源于海金沙科似乎沒有問題。而槐叶苹与滿江紅2科則与膜叶蕨科較近，但此2科的关系如何也不很明了，所以近来学者認为水蕨目3科的結合很不自然，

便将苹科改置海金沙科附近，而以槐叶苹、满江紅 2 科合成 1 目，或分置膜叶蕨科附近。至于水蕨目的名称則已廢弃不用了。　5. 水龙骨科　本科蕨类是薄囊蕨中最高的 1 群，其中所包括的种、属过多，且特征也各有不同。如以莖的中柱来說，則有双韌管状（姬蕨等）、分体（也称为多环，如蕨）与各种分裂不同的网状（滇水龙骨等）等型式。就根据这一点来說，在演化上要想認为沒有高下，是不可能的。况除此而外，其他不同之点尙多，象孢子的分布、子囊群、叶脉分布的如何等等，都有不同。所以最近学者有將原来的水龙骨科改分多科或設亚科的，而同一水龙骨科的名詞，至此便有新、旧之別，旧的是此群蕨类的总称，新的仅仅代表其中的一小部分而已。

蕨类植物群　近几十年来，种子蕨的发現日益众多，从前認为不相連續的蕨类与种子植物，至此便成为 1 群，所以种子植物导源于蕨类，实无問題。因此，今日維管植物应分为：裸蕨（Psilopsida）、石松（Lycopsida）、楔木（Sphenopsida）及蕨类（Pteropsida）各植物群（見第一編）。而蕨类植物群（簡称蕨群）卽从前視为各不相屬的合蕨目（Coenopteridales）、蕨綱（Filicinae）、种子植物（Spermatophytes）三者的总称。而至今日，种子这种器官，不再被認为是裸子植物与被子植物所特有的器官了。

器官的演化

孢子体　維管植物的孢子植物体一概分为根、莖、叶 3 部分，此三者合称为基本部分。各种植物的基本部分形式各异，构造有別。玆將蕨类植物孢子体的主要器官分別申述如下：根　蕨类的根系次生的不定根，其构造通常具有 1 枚倒金字塔形的頂端分生細胞，根冠、根身都由此分化而来。根的本身与他类維管植物相似，也分为皮层、中柱 2 部分。中柱的构造多是二到四原型，少数是单原型或多原型的。木质部与韌皮部都是相間而生，成为間隔排列。而木质部的发育都是外始式，无他始式的。在下等及古代蕨类如鱗木等，其根的分歧都是双叉对分。而石松蕨类的胚胎都无根原基細胞的分化，所以一般蕨类都无初生根。蕨类中具有特殊根部构造的如水韭与普罗洛米亚的根型构造，此器官似根非根，而內部构造也与根不同。其他如卷柏的根托，則又是 1 种特殊的器官。莖　莖是植物体的主干，凡各器官无不由此而生。有人說植物体是 1 根分歧的軸，而其各部分所以不同的，則因反应环境影响特化而成，但其基本构造則都是相同的。这种解釋叫做“頂枝学說”。应用頂枝学說則植物体的各部分都可以被認为是枝干，如孢子囊可以被認为是产育干軸。干軸在地下的是根，生长于地上的是莖。此学說用于种子植物毫无困难。但对于石松植物群，則除非承認小叶种类的叶片是莖特化而成，且并不是添附的器官，否則无以自圓其說。　中柱　莖干中柱的构造在演化上最为重要。中柱式样繁多，其演化的途徑依照秦炎門［Verdoorn 1938］的意見可分为 3 条。原生中柱是最下等的、而构造也是最原始的。古、今蕨类如萊尼蕨、鱗木类、石松类、卷柏、芒萁骨、海金沙、膜叶蕨等莖的中柱都是原生的。由此可分向 3 方面演进。　(1) 由原生中柱漸成多角的星状中柱（如星木、松叶兰等），最后进化到編織中柱（如石松类）。(2) 另有由原生中柱进化成外韌管状中柱，再进到网状中柱，最后成分体中柱的。最初，原生中柱中央的細胞并不分化成木质部，而永久停留为薄壁細胞，便成为髓部，而此中柱便成为管状或筒状中柱（封印木、阴地蕨等都是）。又因枝隙的增多，管状中柱便分裂而成网状中柱。

如果皮层与髓部中也有維管束的分化，那末，便成为分体中柱(如桫欏)，而最后演进成与单子叶茎相同的标准分体中柱。 (3)此外，由原生中柱及管状中柱或星状中柱都可进化成双韌管状中柱(姬蕨等)，而最后分裂成多环(如蕨)、多体(如水龙骨)等中柱。 髓 髓部是中柱中央薄壁細胞所在的部分，已略叙述于前。如此分化的髓部，叫做柱內导源的髓。除此而外，尙有由中柱的外部，向內侵入而成的，則叫做柱外导源的髓。双韌构造，就是如此形成的。因为皮层組織由叶隙向內侵入便成为髓部，所以其构造有內生中柱鞘、內生韌皮部以及內生內皮层①。 枝 蕨类中的原始种类，多数具有二叉分歧的現象，裸蕨目与松叶兰目是絕对二叉分歧的。而石松目与鱗木目以及其他下等种类，枝的分岐也多半是双分。星木与石松目中的一部分則是二叉分歧与单杆发育的来源。此外，羽状分歧导源于二叉的，則可于海金沙及苹叶見到。枝条的特化扩張成叶片的也有，如膜叶蕨等都是。 叶 叶的演化有几种学說。(1)枝化学說 如上所述，叶片就是枝条所特化成的例子。另外在小原生蕨1干之上所发生的旁枝，自上而下漸由柱形标准的枝条特化成扁平的叶片。这是旁枝特化成叶的有力証据。此外，裸蕨目的化石以及原生蕨的另种，其整体分歧的側枝，全部平展生长，且枝尖向两側扩張成翼，便成为蕨这一类的复叶（参閱〔Eames 1936〕322頁）。而現代蕨类叶部的尖端具有分生細胞，在下等种类中，叶的延长与生长漫无限制。又在大叶种类中，叶迹构造的复杂与大小，都与其中柱相同。且原始鱗木叶尖的分叉，也可以被認为是二叉分歧枝干的遺迹。此外，更有孢子囊生于叶的頂端等等，都足以証明叶是枝所特化而成的。 (2)外产学說 持此学說的人認为叶是枝干以外之物，并非枝所特化而成。关于外产学說的証据也很多，如裸蕨枝旁的刺，其中无叶脉。星木的叶有叶迹，而其长仅达皮层的外部而不及于叶。而与裸蕨相近的另属(*Baragwanathia*)其枝的外部有附生的构造，而此构造的螺旋状排列等等很与叶片相似，且其中也有叶迹及叶脉的分化，由此3种植物都可以証明叶是外产之物。又星木的叶与石松类似，且其茎的解剖也是相同，所以石松植物群的演化，或也是如此。 (3)此外，叶的演化更有分离的单叶，演进成为彼此不分离的筒状叶。因古代木賊类的叶是輪生而分离的单叶，而現代木賊的叶，則基部不分离而成一筒状构造，在筒上端边緣部分成齿牙状的构造。如果依古、今木賊类来說，那末，叶片的演化，由分离的进到不分离的。 叶脉 叶脉的分布与叶的演化及导源很有关系。如果叶是旁枝所特化而成的，則旁枝的維管束也特化成叶脉。二叉分歧是下等植物的特征，而下等蕨类叶脉的分布也是二叉分歧而末端开放的。在全部蕨类中、叶脉的分布大別可分二歧，网状及介乎二者之間的3种。因演化的高低，而叶脉也有不同的分布。因为二歧而开放的是最低下的，网状而不分离的是最进化的。此种过程，在現代蕨叶中都有。而在生于泥盆紀及石炭紀下期的古代蕨类，叶脉开放而非网織。其生存于石炭紀中期的，叶脉的分布始漸呈繁复。直至中生代始見高等进化叶脉分布。所以按时代古今来說，也与叶脉分布的进化很相符合。 孢子囊 孢子囊的来源有2：(1)子囊由茎干直接发生的，此种子囊名茎源子囊。卷柏、松叶兰等的孢子囊都属此种。 (2)子囊由叶片所生长的則称为叶源子囊。水韭、鱗木等的孢子囊都属此种。 位置 小叶蕨类孢子囊每生于叶的上面，是为近軸而生的。大叶蕨类的

① 关于多体中柱的名詞，有人主張加以廢除〔Eames 1936〕。其理由是因为1个植物体中只有1个中柱，所以不应称为多体，但这仅仅是名詞的問題，与演化沒有什么关系。又網織中柱与多环中柱这两个名詞，也有人就用分体中柱来代替的。

子囊則生于叶的边緣（海金沙等科）或下面（观音座蓮，里白等科），是为远軸而生或称为边緣子囊。如果按植物演化的高下来說，子囊生長的位置，則近軸的低下，而远軸或生边緣的进化。孢子囊成群与否，也是演化問題之一，現在綜合古、今蕨类来观察。則紫萁与其他古代下等种类（Botryopteris, Myriotheca）的子囊都是散生而不成子囊群。但观音座蓮科与接合蕨（Zygopteris）以及其他古代蕨类（Corynepteris）的子囊則都是群生的。如果依現代种类的比較观察結果来証明子囊群向散生方向进化，那么，子囊的演化似由群生的进化到散生的。 子囊群 在同一子囊群中，因孢子囊发育的次序如何，而有单純、逐漸及混合 3 群的分設。凡在同一子囊托（也叫做胎座）上的子囊，其生長发育完全同时的，称为单純群。一托上所生的孢子囊，其发育的先后不一的，称为混合群。如果 1 个托上所生的子囊，自托的頂端向下逐漸发育的，叫做逐漸群。此 3 群之中以单純群为最下等，混合群最高，而逐漸群是中等。

配子体 蕨类配子体的式样大致分为 3 类。（1）筒状的、（2）扁平簡单的、（3）扁平复杂的。三者之外，尙有綫体的，則仅是少数种类所有而已。（1）筒状的 石松、松叶兰与瓶尔小草 3 目具有筒状构造的原叶体，此种原叶体生長极迟而寿命很長，通常无綠色，而能发生胚胎多枚，且多有內生菌类与之共生。实为下等蕨类具有的配子体。（2）扁平簡单的 此种原叶体萌发迅速，生長也快，而寿命很短，但具有叶綠素能独立生活，惟仅生 1 枚胚胎。观音座蓮等科的原叶体都属此种。（3）扁平复杂的 蕨类仅仅木贼具有扁形而复杂的原叶体，由孢子体演化的比較，而知配子体的进化，以筒状的为基础，而逐漸进到扁平的。

結語 由古、今植物各方面比較观察的結果，可以决定薄囊蕨是 1 种向前进化的群类，而决不能視为古代植物所遺留的殘余。由其現代生存的种类中，也可以見其进化正在激烈进行，而与被子植物恰好相同。

参考文献

孔庆莱等：植物学大辞典，商务印书館，1922。
賈祖璋，賈祖珊：中国植物图鉴，开明书店，1951。
刘毅然：实用植物学，科学书室，1935。
刘毅然：华北植物志，北京法国书店，1934。
李揚汉：普通植物学，上下册，商务印书館，1948。
張景鉞：植物系統学，北京大学，1957。
張景鉞(Chang, C. Y.)：Pteridium rhizome Bot. Gaz. Vol. 80. 1927.
胡先驌，錢崇澍，鄒秉文：高等植物学，商务印书館，1929。
胡先驌：被子植物的一个多元的新分类系統，中国科学，1卷，1期，1950。
胡先驌：蕨类植物，北京，1950。
学术名詞統一工作委員会：植物解剖学名詞，商务印书館，1953。
中国科学院編譯局：孢子植物名称，中国科学院，1955。
中国科学院編譯出版委員会名詞室：孢子植物形态学名詞，科学出版社，1956。
吳其濬：植物名实图考，商务印书館。
秦仁昌(Ching, R. C.)：On natural classification of the family"Polypodisceae"Sunyatsenia Vol. 5, 1940
秦仁昌(Ching, R. C.)：Icones Filicum Sinicarum Acad. Sinica Fasc. 1—4. 1930—1937.
秦仁昌(Ching, R. C.)：The Study of Chinese ferns. Bull. Fan. Inst. Biol. New Ser. Vol. 1. № 3. 1949.
斯行健(Sze, H. C.)：Mesozoic Plants from Kansu. Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № XIII. 1933.
斯行健(Sze, H. C.)：Jurassic Plants from Shensi. Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № XII. 1931.
斯行健(Sze, H. C.)：b Beitrage zur Liasischen Flora von China. Memoirs Nat. Res. Inst. Geol. Aca. Sinica, № XII. 1931.
斯行健(Sze, H. C.)：Fossile Pflanzen aus Shensi, Szechuan und Fulichow ser, A. Vol. 1. Fasc. 3. Palaeco. Sinica. 1933.
斯行健(Sze, H. C.)：Beitrager fur mesozoischen Flora von China ser. A. Vol. IV. Fasc. 1. Palaeo. Sinica. 1933.
徐仁(Hsu, J.)：Plant fragments from dwonian bed in central Yunnan, China. Jour. Indian Bot. Soc. 1946.
沈及相(Sheng, C. S. and Siang, W. N.)：Studies in the aquatic Phycomycetes of China. Sci. Rept. Nat. Tsing Hwa univ. Ser. B. Biol. and Psychol. Sci. Vol. 5. 1948.
周家熾(Cheo, C. C.)：A study of Collybia albuminosa, the termite growing fungus in its connection with Aegeri—to duthiel Berk. Sci. res. Vol. 1. № 1. 1942.
周宗璜(Chow, C. H.)：Contribution á létude des dévelopment des Coprinus. Le. Botaniste Serie XXVI. 1934.
潘 (Pan, C. H.)：Older Mesozoic plants from north Shensi. Palaeo Sinica. Ser. A. Vol. IV. Fasc. 2. 1936.
王宗清(Wang, C. T.)：Contribution á létude des Ustilaginees. Le Botaniste Serie XXVI. 1934.
曾呈奎，張峻甫：甘紫菜的生活史，植物学报，3卷，3期，1954。

曾呈奎, 張竣甫: a 甘紫菜的絲状体等, 植物学报, 4 卷, 1 期, 1955。

曾呈奎, 張竣甫: b 紫菜的有性生殖, 植物学报, 4 卷, 期 2, 1955。

曾呈奎, 張竣甫: c 紫菜生活史修訂, 植物学报, 4 卷, 3 期, 1955。

曾呈奎, 張竣甫: 我国的紫菜与养殖, 生物学报, 1956。

严楚江: 形态学中的植物演化問題, 厦門大学学报, 自然科学版, 3 期, 1955.

Bessey, E. A.: A Text Book of Mycology, Blokiston 1939.

Bower, F. O.: The Origin of a land flora. MacMillan 1908.

Bower, F. O.: Primitive land plants. MacMillan 1935.

Bower, F. O.: Botany of living plants 4 th ed. MacMillan 1947.

Bower, F. O.: Size and Form in Plants. MacMillan 1940.

Bower, F. O.: Filicales 3 Vols. Cambridge 1923—28.

Brown, W. H.: The plant kingdom, A text Book of Botany. Gin & Co. 1935.

Campbell, D. H.: The Eusporangiotae. Cosnegie inst. 1911.

Campbell, D. H.: The Structure and development of Mosses and Ferns. MacMillan 1905.

Christensen, C.: Index Filicum, Hagerup, Capenhogen. 1947.

Copeland, E. B.: Genera Filicum. Chronica Bot. Co. 1947.

Coulter, Barnes, and Cowles: Text Book of Botany. Vol. 1. rev. ed. American Book Co. 1930.

Dangeard, P.: Traite D' Algologie. Lechevalier, Paris 1933.

De Bary: Comparative Anatomy of Phnerogams and Ferns. Engl. trans. Clarendon press. 1884.

Eames, A. J.: Morphology of Vascular Plants. McGrow-Hill 1936.

Eames, A. J. and MacDaniels. L. H.: An introduction to Plant Anatomy 2nd ed. McGrow-Hill 1947.

Fitzpatrick, H. M: The lower Fungi. McGrow-Hill 1930.

Florin, R.: Zur alttertiëren Flora der sudlichen Mandschurei Pal. Sinica. ser. A Vol. 1. Fasc. 1. 1922.

Fritsch, F. E.: The structure and development of the Algae. Vol. 1. and 2. Cambridge press. 1935, 1945.

Fulford, M.: Recent interpretations on the relationships of the Hapaticae Bot. Rev. Vol. 14. 1948.

Fuller, A. H. R.: Researches on Fungi. Vol. Ⅱ Longmans, Green 1924.

Gaümann and Dodge: Comparative morphology of Fungi. McGrow-Hill 1928.

Goebel, K. F.: Organography of Plants Vol. 1 and Ⅱ. Engl. ed. Clarendon press, Oxford. 1900, 1905.

Goebel, K. F.: Outline of classification and special morphology of plants. Engl. trans. Clarendon press. 1887.

Gothan, W. und Sze, H. C.: Über die Palaeozoische Flora der provinz Kiangsu. Memoirs Nat. Res. Inst. Geology Aca. Sinica. № XⅡ. 1933.

Gothan, W.: Über new Lepidodendron fundesus dem unter Karbon Von Lungtan, China, Memoirs Nat. res. Inst. Geol. Aca. Sinica. № XⅡ. 1933.

Gwynne—Vaughan and Barnes: Structure and development of the Fungi. rev. ed. Camb. univ. press. 1935.

Haburlandt, G.: Physiological plant anatomy, translated from 4th German ed. MacMillan 1928.

Halle, T. G.: Fossil Plants from south-western China, Palaeo. Sinica. Vol. 1. Fasc. 2. 1927.

Halle, T. G.: On Drepanophycus, Protolepidodendron and protopteridium, with notes on the Palaeozoic flora of Yunnan, Palaeo. Sinica. Ser. A. Vol. 1. Fasc, 4 1936.

Halle, T. G.: Palaeozoic plants from central Shansi. Palaeo. Sinica. Vol. Ⅱ. Fasc. 1. 1927.



Haupt, A. W.: An Introduction to Botany. 2nd ed. McGrow-Hill 1946.
Haupt, A. W.: Plant morphology. McGrow-Hill 1953.
Heald, F. D.: An Introduction to plant pathology. 2nd ed. McGrow-Hill 1943.
Heald, F. D.: Manual of Plant diseases. McGrow-Hill. 1926.
Hill, Overholtz and Popp: Botany. McGrow-Hill 1936.
Holman and Robbins: A text Book of General Botany. 4th ed. The Weley & Sons 1945.
Hooker, W. J. and J. G. Boder: Synopsis Filicum. 2nd ed. Hardwicke. London 1874.
Hutchinson, J.: The Families of Flowering Plants. MacMillan 1926.
Jordan and Burrows: Text Book of Bacteriology. 14th ed. 1946.
Krieger, L. C. C.: The Mushroom hand Book. McGrow-Hill 1926.
McDougall, W. B.: Mushrooms. Houghton Mifflin 1925.
Oltmann, F.: Morphologie und Biologie der Algen 3 Vols. Jena 1922—1923.
Rothmaler, W.: Allgemeine Taxonomie und Chrologie der Planzen. Wilhelm Gronau Verlag, Jena 1950.
Sharp, L. W.: Introduclion to Cytology 1943.
Smith, G. M.: Fresh Water Algae of The United States. McGrow-Hill 1933.
Smith, G. M.: Marine Algae of the Monterey Pennisula. Stanford, 1943.
Smith, G. M.: Cryptogamic Botany Vol. 1. Algae and Fungi; Vol. 2, Bryophytes and Pteridophytes. McGrow-Hill 1938.
Strasburger: Allgemeine Botanik, 6th Engl. ed. 1930.
Tardieu—Blot: Les Aspléniées, Bull. Sec. d'hist. Nat. de Toulause. 1932.
Topley and Willson: Principles of Bacteriology and Immunity. Vol. 1. 3rd ed. Willians & Wilkins 1949.
Verdoorn, Fr.: Manual of Bryology, The Hague, Martinus Nijhoff 1932.
Verdoorn, Fr.: Manual of Pteridology, The Hague, Martinus Nijhoff 1938.
Wakton, J.: An Introduction of The Study of Fossil Plants Adam charles Black. 1940.
Wardlaw, C. W.: Morphogenesis in Plants. Methuen 1952.
Wettstein, R.: Handbuch der Systematischen Botanik, Vierte Auflage. Franz Deuticke, Liepzig und Wien 1935.
Wieland, G. R.: Antiquity of the Angiosperms 1929. 世界植物学会宣讀論文。
Wolf, T. A. and F. T. Wolf: The Fungi, 2 Vols, John Weley & Sons, 1947.
Zinsser and Bayne-Iones: A text Book of Bacteriology 7th ed. 1935.
Тахтаджян, А. Л. (胡先驌譯): 高等植物系統的系統发育原理, 科学出版社, 1954。



